6e Année — N° 33 — Juin 1939

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

SOMMAIRE

Ciels de la France d'Outre-Mer.
Les nappes d'eau superficielles de Madagascar.
Sur la réduction de la pression au niveau de la mer à la Réunion.
Mesures, en avion, de l'humidité atmosphérique en altitude à Djibouti.
Sources secondaires de l'humidité du sol en Guinée Française.
Notes et Informations.
Bibliographie.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro : 9 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur,

11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

-:- Téléphone : Odéon 32-70 -:-

Chèques postaux : Paris 428.81

※

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. . .	50 francs.
ETRANGER	60 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix des collections 1934, 1935 et 1936, l'une.	60 francs.
Prix du N° isolé de ces collections..	12 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies*, et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général honoraire du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1937 sont publiés à l'aide d'une subvention de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences) et de subventions officielles.

J. AURICOSTE

Horloger de la Marine de l'État ;
de l'Observatoire du Bureau des Longitudes
et du Service Géographique de l'Armée

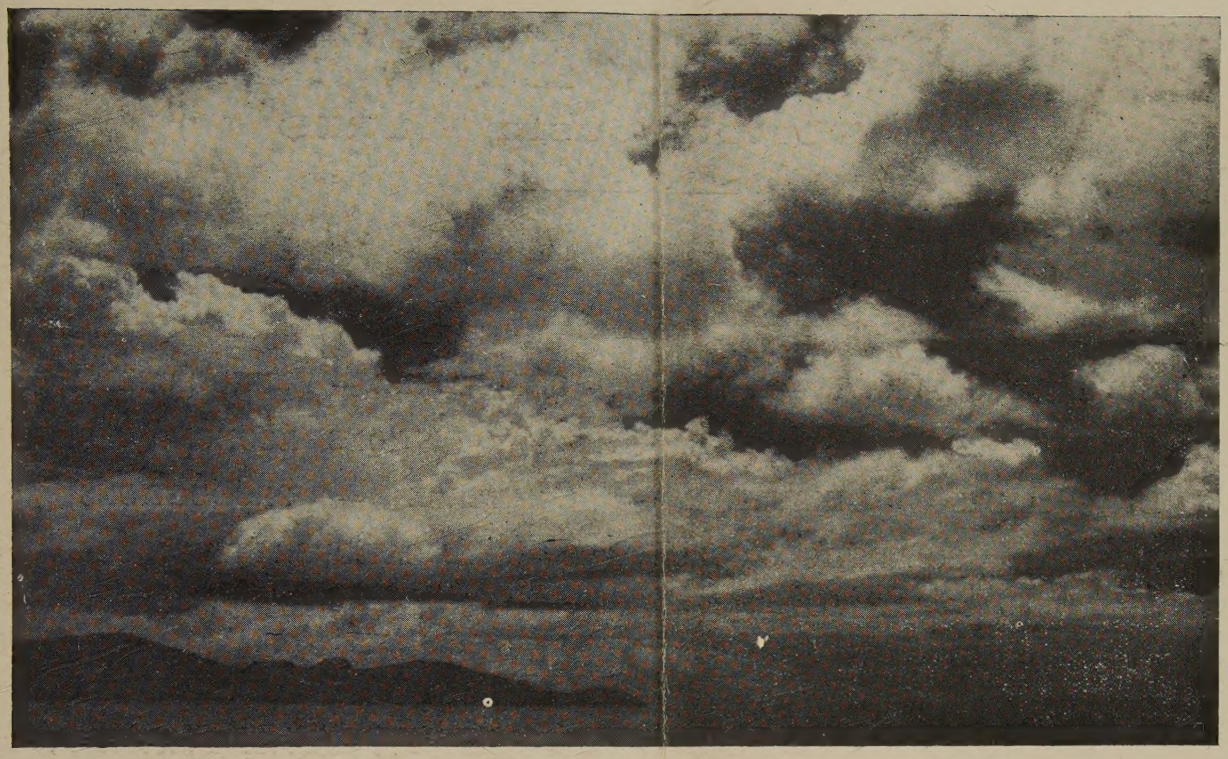
10, Rue La Boëtie, PARIS

Téléph. : Anjou 25-60

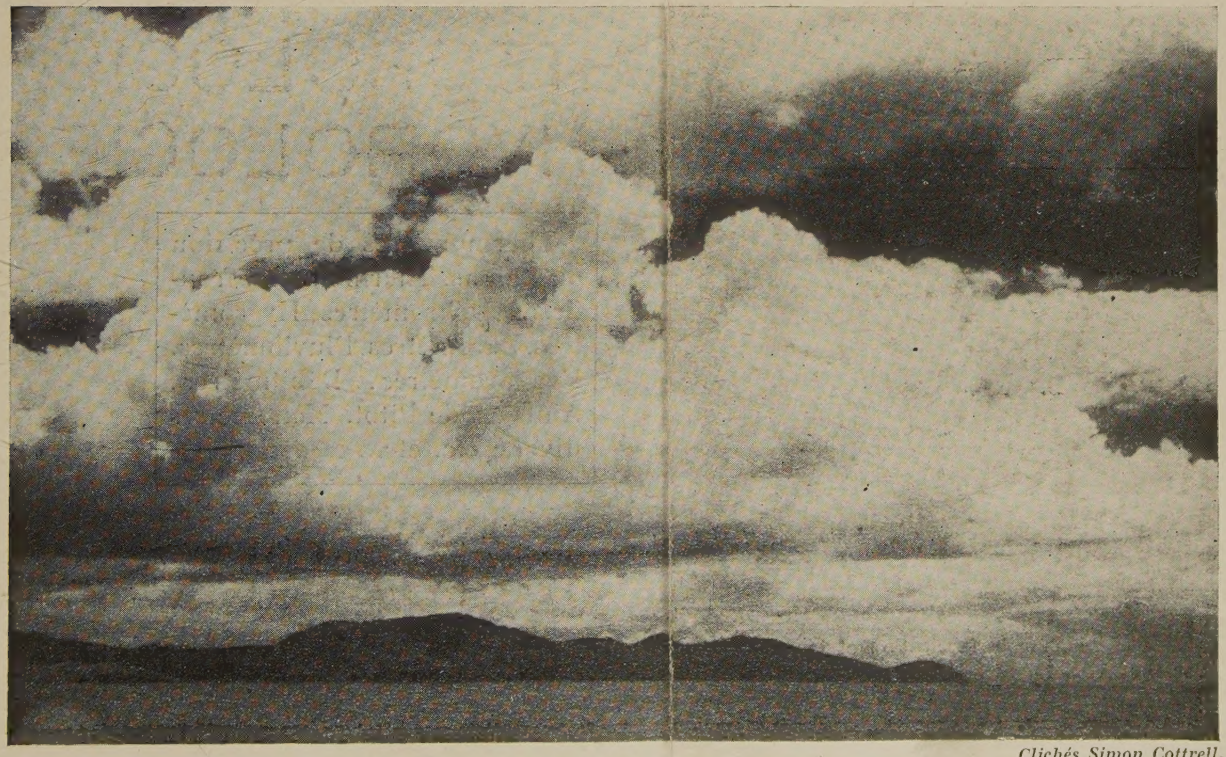
Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION
:-: PENDULES ASTRONOMIQUES :-:
:-: CHRONOMÈTRES DE MARINE :-:
CHRONOGRAPHES-COMPTEURS
:-: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :-:
Construction — Réparations



Cumulus et fractocumulus 20 minutes après le passage d'un front froid (air subtropical maritime) et avant l'arrivée d'une deuxième lamelle froide.
Vue prise vers le Nord de la baie de Fort-de-France (Martinique), le 21 février à 14 heures.
Film et écran infra-rouge. F. 1 : 2 ; pose 1/20 de seconde.



Clichés Simon Cottrell.

Cumulus d'instabilité quelques heures après le passage d'un front froid (air subtropical maritime).
Même endroit et même jour que la photographie précédente. *Film et écran infra-rouge.* F. 1 : 2 ; pose 1/20 de seconde.

LAROSE, ÉDITEUR

11, Rue Victor-Cousin, PARIS (V^e)

Tous ouvrages relatifs aux Colonies :

OUVRAGES GÉNÉRAUX — HISTOIRE — GÉOGRAPHIE — ETHNOGRAPHIE
LINGUISTIQUE — ADMINISTRATION — QUESTIONS ÉCONOMIQUES
ET SOCIALES — INDUSTRIE — COMMERCE — PRODUCTIONS
SCIENCES — COLLECTIONS COLONIALES — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES
CARTES

ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DU CATALOGUE GÉNÉRAL

Tous les Appareils de Précision pour

MÉTÉOROLOGIE & HYDROLOGIE

Thermomètres de précision ou étalons. Thermomètres frondes. Psychromètres. Hygromètres. Baromètres. Pluviomètres. Évaporomètres. Débitmètres. Ajutages de Pitot. Manomètres divers, etc. etc...

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits et appareils de laboratoire RHONE-POULENC. Siège Social et Ateliers, 12-17-19, rue Pelée. PARIS. Usines à Vitry-sur-Seine.

Les nappes d'eau superficielles de Madagascar

A la suite d'une demande de renseignements formulée par le Ministère des Colonies, le Gouvernement Général de Magadascar a prescrit une enquête sur les nappes d'eau superficielles de la colonie. Avec l'autorisation du Département intéressé, que nous nous empressons de remercier, nous publions ci-dessous les résultats de cette enquête.

Bien entendu, seuls ont été étudiés les lacs importants de la colonie, ainsi que les lagunes, en particuliers celles de la partie centrale de la côte Est, les Pangalanes. On voudra bien retenir, en conséquence, qu'il existe d'autres nappes d'eau dans la Grande Ile, mais elles sont de médiocre étendue et leur intérêt, au point de vue de la limnologie, est d'importance plus restreinte.

Les fiches ci-dessous, qui sont surtout destinées à servir de documents d'étude, ont été groupées d'après la nature des nappes d'eau considérées : lac tectonique, lacs de barrage, lagunes avec cordon littoral, cratères-lacs.

Afin de mettre en relief la valeur documentaire du présent travail, il a paru bon de l'accompagner de photographies hors-texte. Le présent numéro se trouve, de ce fait, augmenté de 4 pages supplémentaires (Pl. I à IV).

L'illustration relative aux nappes d'eau superficielles malgaches comprend en outre un certain nombre de cartes de lacs de la Grande Ile. Ce sont, pour la plupart, des copies de travaux publiés par le Service Géographique de Madagascar (pp. 76 à 84).

En raison même des différentes échelles employées, il a paru bon de faire établir, pour le lecteur, et de donner ici une carte générale des nappes d'eau superficielles malgaches (p. 75). Elle permet de se faire une opinion sur les dimensions relatives de celles-ci, encore que la surface des plus petites d'entre elles ait dû être exagérée.

Cette carte permet aussi de se rendre compte de la répartition générale des nappes d'eau et de la faible étendue de celles-ci par rapport à celle de notre grande colonie de l'Océan Indien. On notera en effet qu'elles sont loin d'atteindre les dimensions grandioses d'autres lacs coloniaux, comme le Tonlé Sap ou le Tchad, par exemple.

Il n'est pas possible de faire figurer un nom d'auteur au bas de cet article. Les fiches émanent du Comité d'Etudes Scientifiques et Economiques et de la Statistique de Madagascar. C'est un travail qui lui fait honneur. Et tous les lecteurs se réjouiront de l'heureuse création de cet organisme par le Gouverneur Général, qui continue ainsi les belles traditions de la Grande Ile (N.D.L.R.).

LAC TECTONIQUE

Lac Alaotra

I. — *Position*

l : de 19 Gr. 27 à 19 Gr. 67 (Sud) ; — L : de 51 Gr. 20 à 51 Gr. 37 (Est Paris) ; — Alt. : 750 mètres (environ).

II. — *Forme et dimensions*

Surface totale : 260 km. environ. Longueur : 28 km. Largeur moyenne : 6 à 9 km., zones marécageuses comprises.

Documentation cartographique. — Cartes du Service Géographique, notamment celles à 1/100.000 (non éditée et sans nivellement) et celle à 1/500.000. D'autres cartes établies par l'Ingénieur Longuefosse ont été publiées dans le Bulletin Economique de Madagascar, année 1923.

Profondeur. — Sondages effectués en 1912. Les fonds sont à peu près uniformes. En eaux moyennes, ceux qui dépassent 2 mètres sont assez rares ; la moyenne est de 1 m. 50 à 2 mètres. Le maxmum de profondeur est de 2 m. 50. En approchant des rives, les plages de boue gênent les accostages. En outre, sur la rive Ouest, d'immenses étendues sont couvertes de roseaux (zozoro et herana).

Iles. — Un îlot gneissique (Anosy) élevé d'une dizaine de mètres et figurant sur les cartes, Cet ilôt, inhabité, possède une petite grotte.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Alimentation. — De nombreuses rivières sont tributaires de l'Alaotra.

Sud : Sahabé, longueur : 105 km, débit moyen : 3 ^{m3} 200.

Rive gauche : Ifohitra, régime torrentiel ; — Ano-

rano ; — Andranomainty, peu important ; — Sahamilahy,

Rive droite : Telomito ; — Ranofotsy ; — Lakona, transportant beaucoup de troubles, débit moyen 2 m³ 120 ; — Andranomaria ; — Mananamontana, formant un delta, débit 0 m³ 250 ; — Menaloha, peu important ; — Sahamaloto, embouchure obstruée d'herbes, nombreux dépôts, longueur 33 km ; — Anony, longueur 85 km., vallée envasée, sillonnée de méandres, très vaste delta, lit parfois surélevé par les alluvions, débit moyen : 2 m³, ne possède d'affluents que sur sa rive droite, l'un d'eux, le Sahafarimpona, paraît avoir servi autrefois d'émissaire à la « cuvette d'Andilamena » au nord de l'Alaotra ; — Andrangorony, a formé un delta qui a fortement empiété sur la rive orientale du lac.

Exutoire. — Un seul exutoire, le Maningory qui descend à la mer. Débit moyen, d'après Longuefosse, 40 m³.

IV. — *Caractères physiques de l'eau*

L'eau étant peu profonde, sa température est uniforme. A 7 heures, le thermomètre marquant 23° à l'air, on a trouvé 21° à 0 m. 30 de la surface et 19° à 0 m. 90 (fond). A 14 heures : atmosphère 24° ; à 0 m. 30 de la surface : 22°5 ; à 1 m. 20 : 20° (fond). La température des eaux suit de très près celle de l'atmosphère et varie en profondeur.

V. — *Variations du niveau de l'eau*

Variations séculaires. — On observe autour du lac actuel des terrasses à deux niveaux différents.

Les terrasses de la côte 910-940 dessinent les contours d'un lac primitif dont les eaux devaient recouvrir plus de 8.500 kilomètres carrés, dont 4.000 pour la fosse du Mangoro au Sud du lac actuel.

Une seconde série de terrasses se remarque vers 800 mètres. L'Alaotra était alors séparé des lacs d'Anosimbohangy (Andilamena) et du Mangoro par des seuils, et sa superficie mesurait encore 2.500 kilomètres carrés.

Variations temporaires. — Causes diverses : vents, courants, régime des tributaires et de l'émissaire.

Les vents d'Est provoquent sur la rive orientale un abaissement de niveau qui se traduit sur le bord opposé par une élévation avec clapotis. Amplitude apparente : 4 centimètres.

Les courants sont faibles.

Le régime des tributaires et de l'émissaire est, au moment des pluies, la cause des fluctuations les plus importantes ; celles-ci dépassent parfois 4 mètres. Les graphiques de crues mettent en évidence l'insuffisance du rôle du Maningory comme déversoir.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Le lac Alaotra se trouve dans une dépression tectonique courant parallèlement à la côte Est de Madagascar, à une centaine de kilomètres dans l'intérieur. Cette dépression est creusée dans les roches cristallines avec pointements de gabbros et fissures ayant permis l'émission de roches volcaniques en masses toujours relativement faibles. Sur la rive Ouest, les berges sont très incertaines, extrêmement marécageuses et boueuses. Sur la rive Est, l'alluvionnement est moindre, la végétation aquatique occupe une place plus restreinte.

Dans toute la partie méridionale, très importants peuplements de cypéracées, recouvrant les dépôts d'alluvions apportés par le Sahabé.

Le lac est d'origine tectonique. Il se colmate rapidement.

VII. — *Nature des dépôts du lac*

On observe de très importants alluvionnements de tous les tributaires, notamment de la Sahabé et de l'Anony. Les dépôts sont constitués par de la vase presque partout, et sable en quelques endroits seulement (Sahabé)

VIII. — *Bibliographie*

Baron : Antananarive. Annual. Années 1882 et 1895.

E. F. Gautier : Madagascar. Essai de Géographie physique, p. 110.

Perrier de la Bathie — Les dépressions lacustres du Mangoro, de l'Alaotra, de l'Ankaizina et les mouvements récents du versant Est et du Nord de l'île. *Bull. Académie Malgache*, 1913. Vol. XII, p. 227.

Longuefosse. — L'Antsihanaka, région du lac Alaotra à Madagascar. *Bull. Econ. Madagascar*, 1923. 1er trimestre, p. 111.

LACS DE BARRAGE

Lac Itasy

I. — *Position*

l. : 21 Gr. 14 à 21 Gr. 23 (Sud). L. : 49 Gr. 32 à 49 Gr. 42 (Est Paris). Alt. : 1.325 mètres (environ).

II. — *Forme et dimensions*

Surface : 45 kilomètres carrés environ. Il comprend

deux parties : Itasy proprement dit et Tarezo reliés par un détroit large d'environ 250 mètres en sa partie la moins large. Longueur : 9 km. (Est-Ouest). Largeur : 5 km. (moyenne) (Nord-Sud).

Documents cartographiques. — Cartes à 1/100.000 et à 1/500.000, du Service Géographique de Madagascar

Les quelques sondages effectués révèlent des fonds de 5 à 7 mètres en moyenne.

Quelques îlots émergent en divers points. Le principal est Ambohimiazy appelé aussi îlot Sacré.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Nappe alimentée par plusieurs rivières, notamment : Loholoka, Mabiandrano, Varana, qui prennent leur source dans le massif de l'Ambohimiangara.

L'Itasy alimente le Sakay, affluent du Mahajilo dont les eaux se jettent dans le canal de Mozambique. Le lac est relié au Sakay par un affluent de celle-ci, la Lily, qui s'est frayé un passage à travers les coulées de lave. A son origine, la Lily ne reçoit qu'une faible partie des eaux de l'Itasy ; celles-ci se déversent par une cascade dans une deuxième cuvette formant le petit lac Kaonitaho en contre-bas de 7 mètres et qui, à son tour, s'épanche dans la Lily.

IV. — *Variations du niveau de l'eau*

Il n'y a pas de variations connues. De brusques coups de vent occasionnent parfois de petites tempêtes pouvant retourner les pirogues des pêcheurs. Le simple clapotis est lui-même fréquent.

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

L'Itasy est une région de puys, de cratères et de dômes volcaniques récents. Deux importants massifs dominent le lac : l'Ambohimianjara au Nord et l'Ambohitrinimanjaka au Sud. Son bord oriental est mamelonné, mais les plus hauts sommets ne dépassent pas 200 mètres au-dessus des rives. Du coté Ouest et Sud-Ouest, les rives sont dominées par d'anciens volcans.

L'origine du lac est encore discutée. D'après Perrier de la Bâthie, il proviendrait d'un effondrement consécutif aux éruptions volcaniques. Il semble plutôt, ainsi que l'a signalé M. Lacroix, qu'il s'agisse d'un *lac de barrage* résultant d'une obstruction de vallée sinon par des coulées de laves, du moins par des amoncellements de matériaux de projection. Cette dernière hypothèse est de beaucoup la plus vraisemblable en raison de la faible profondeur du lac (5 à 7 mètres au maximum).

VI. — *Bibliographie*

A. Lacroix. — Les volcans du centre de Madagascar. Le massif de l'Itasy. *C. R. Académie Sciences*, t. C. LIV, 1912, p. 313.

Muthuon. — Quelques remarques sur le massif volcanique de l'Itasy. *Bull. Acad. Malgache*, t. IX, 1911, p. 185.

Frenee. — Madagascar. Paris, 1931, p. 162.

Lac Kinkony

I. — *Position*

l. : 17 Gr. 90 à 18 Gr. 04 (Sud). L. : 48 Gr. 15 à 48 Fr. 40 (Est Paris). Alt. : une quarantaine de mètres au-dessus du niveau de la mer.

II. — *Forme et dimensions*

Surface : 160 kilomètres carrés environ ; longueur : 25 km. (Est-Ouest) ; largeur : 6 km. 5 (moyenne) : (Nord-Sud).

Documents cartographique. — Carte à 1/500.000 du Service Géographique de Madagascar.

La profondeur moyenne, assez faible, paraît être de 3 à 4 mètres au maximum. Il n'y a pas d'îles, mais un encombrement considérable de plantes aquatiques (Nymphacées, Nayadacées, Potamogeron, etc.).

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Plusieurs rivières venant du Sud alimentent le lac : Falonora, Antatao, Hopy, la plus importante.

L'évacuation des eaux se fait par une sorte de canal se jetant dans le fleuve Mahavavy, à 5 kilomètres Nord-Est du lac.

IV. — *Variations du niveau de l'eau*

Ce lac est le reste d'une baie quaternaire, en voie de comblement très avancé. On y observe d'importantes variations saisonnières : le niveau subit chaque année une dénivellation de 2 à 3 mètres.

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Le lac est situé sur des grès et marnes du Crétacé supérieur recouverts d'alluvions. Abords plats et marécageux dans toute la partie Sud ; quelques petits escarpements dans la région nord.

Au point de vue de l'origine, le Kinkony est un type très net de lac de barrage par alluvionnement. La nappe occupe une portion de l'ancien lit de la Mahavavy qui débouchait sans doute autrefois dans

la baie de Marambitsy. A noter d'autre part que la dépression elle-même, aujourd'hui partiellement comblée, n'aurait pu se former avec le niveau de base actuel.

VI. — *Nature des dépôts du lac*

Les dépôts du fond sont des vases et sables. La plaine alluviale des environs du lac marque nettement les rivages d'une ancienne mer dans laquelle se jetait la Mahavavy lors de la transgression quaternaire. A l'Est du lac une superficie plus grande que celles du Kinkony lui-même est actuellement occupée par des alluvions récentes.

VII. — *Bibliographie*

Perrier de la Bathie. — Les terrains postérieurs au Crétacé moyen de la région de Majunga. *Bull. Acad. Malgache.* Nouvelle Série, t. IV, 1918.

G. Petit. — L'industrie des pêches à Madagascar. Paris, 1930.

Lac Andraikiba

I. — *Position*

l. : 22 Gr. 08 (Sud). L. : 49 Gr. 59 (Est Paris). Alt. : 1.500 mètres.

II. — *Forme et dimensions*

Forme irrégulière avec un certain nombre d'indentations, d'ensemble à peu près circulaire. Un kilomètre de diamètre environ. Superficie d'une centaine d'hectares.

Documents cartographiques. — Carte à 1/20.000 du Service Géographique de Madagascar.

La profondeur, qui, à 4 mètres du rivage, est déjà de 8 mètres, atteint une moyenne de 35 mètres avec un maximum de 58 mètres.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Alimentation. — Petits ruisseaux et torrents. Exutoire par l'Ampitantokana.

IV. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Le lac occupe une dépression au milieu de cendres basaltiques. C'est une région de grandes coulées de laves horizontales, les unes à surface plus ou moins érodée, les autres à surface scoriacée remarquablement fraîche.

V. — *Bibliographie*

A. Carrier. — Le massif de l'Ankaratra et ses abords. *Annales de Géographie*, t. XXIII, 1934.

Lac Iotry

I. — *Position*

l. : 24 Gr. 30 à 24 Gr. 45 (Sud). L. : 45 Gr. 84 à 46 Gr. 1 (Est Paris). Alt. : 5 mètres (environ).

II. — *Forme et dimensions*

Surface : 100 kilomètres carrés environ. Longueur : 14 kilomètres (Nord-Sud). Largeur : 10 kilomètres (Est-Ouest).

Documents cartographiques. — Carte du lac à 1/100.000 du Service Géographique de Madagascar.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Le lac est alimenté par plusieurs rivières venant du Sud et du Sud-Est, notamment par la Befandriana. Il est possible, sinon probable qu'il existe également en profondeur sous les sables environnants une nappe d'eau participant à l'alimentation du lac.

Le lac est sans écoulement vers la mer.

IV. — *Caractères de l'eau*

Eau de couleur jaune verdâtre, avec saveur âcre. La densité, en novembre 1925, était de 1020, avec une température des couches superficielles de 26° à 9 h. 30 du matin. En saison sèche, lors du retrait partiel de l'eau, les indigènes utilisent les efflorescences salines des rives desséchées.

La salinité du lac paraît en voie de progression et entraîne parfois de véritables hécatombes chez les poissons qui l'habitent.

V. — *Variations du niveau de l'eau*

Les variations saisonnières ne peuvent être indiquées d'une façon précise. En saison sèche, le niveau du lac s'abaisse (d'environ 1 mètre ?) et des dépôts salins se forment sur les berges asséchées.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Dans la région du lac Iotry divaguait autrefois le delta du Mangoky et la mer devait y remonter largement. Pour expliquer la salinité du lac, on peut admettre qu'il s'est étalé sur l'emplacement d'une ancienne lagune salée et que l'accumulation des alluvions et des sables, puis leur cimentation, ont barré la route au libre écoulement de l'eau. On sait en tous cas que dans les pays secs, des lacs d'eau douce, peu profonds et sans émissaires peuvent à la longue acquérir une salure progressive.

La situation géologique de cette région n'a pas encore été bien précisée. Elle est formée d'un substra-

tum de calcaire éocène recouvert de formations récentes et de dunes. Ce sont celles-ci qui empêchent l'écoulement des eaux vers la mer. Le lac Iotry est donc un *lac de barrage.*

VII. — *Bibliographie*

G. Petit. — L'industrie des pêches à Madagascar. Paris, 1930.

LES LAGUNES AVEC CORDON LITTORAL

Lagunes de la côte Est

I. — *Position*

Sur la plus grande partie de la côte Est, les fleuves qui descendent des Hauts Plateaux ne se déversent dans la mer qu'après avoir couru, sur des longueurs variables parallèlement au rivage en formant une succession de lagunes. Une bande de sable, généralement fort étroite, les sépare de l'océan. Ces lagunes acquièrent leur plus grand développement au sud de Tamatave, dans les régions de Vatomandry, Mananjary, etc. ; leur importance décroît à mesure qu'on s'avance vers le Nord ; elles disparaissent vers la Pointe à Larrée en face l'île Sainte-Marie.

Elles forment une sorte de « chapelet » dont les « grains » sont séparés par des seuils sableux dont la longueur varie de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres. Ces seuils, qui portent le nom de « Ampalanana », ont été réunis par des canaux artificiels qui assurent une navigation continue aux chaloupes et chalands. Par extension, l'ensemble du système lagunes-canaux porte aujourd'hui le nom de Pangalanes.

II. — *Forme et dimensions*

Tantôt les lagunes sont étroites et réduites à un simple chenal, tantôt elles s'élargissent en véritables lacs, pouvant avoir un kilomètre de largeur ou même plus. Les plus importants sont du Nord au Sud :

Nosy-Vé, Sarobakiny, Mangoaka, Rasoabé, Isalo, etc...

Elles figurent sur toutes les cartes à grande échelle de Madagascar. Le premier levé détaillé a été donné en 1885 par A. Grandidier et porte sur plus de 550 kilomètres entre les rivières Soamianina et Matitanana. On peut estimer que la profondeur moyenne varie de 2 à 5 mètres. Les berges sont généralement basses, sableuses, fréquemment marécageuses, difficilement abordables. Il n'y a pas d'îles importantes, mais parfois des bancs de sables ou d'alluvions, des terres tremblantes couvertes de végétation de marais.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Ainsi qu'il a été dit plus haut, l'alimentation est due aux nombreuses rivières de la côte orientale. De loin en loin le cordon littoral est traversé de chenaux permanents ou temporaires et se formant alors en périodes de crues. Leur longueur est variable ; en saison des pluies, les courants qui les parcourent sont parfois très violents. Par contre, en saison sèche, période de basses eaux, des courants réversibles peuvent se produire, en correspondance avec l'oscillation des marées.

IV. — *Caractères de l'eau*

D'une façon générale, l'eau est douce ou légèrement saumâtre ou même un peu amère ; elle est d'ailleurs plutôt malsaine en raison de l'abondance des débris végétaux qu'elle renferme. Vue en épaisseur, elle prend parfois une teinte vaguement brunâtre due aux produits de décomposition des plantes.

V. — *Variation du niveau de l'eau*

Les variations saisonnières consistent en crues de un à deux mètres au maximum en périodes de pluies. Les crues d'amplitude supérieure sont très rares, les chenaux communiquant avec la mer pouvant facilement s'élargir sous la violence des eaux et assurer un écoulement plus rapide.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Le chapelet de lagunes se trouve sur sol alluvial, entre les premiers contreforts cristallins de la côte orientale et le cordon littoral sableux. Ces lagunes se sont formées de la façon suivante : les fleuves de la côte Est, en débouchant dans la mer se sont heurtés à l'empâtement sablonneux de la côte entretenu par les courants et la houle toujours forte. Pendant les crues, les fleuves importants percent le banc de sable et l'emportent sur la mer. En temps normal le flux répare et obstrue la trouée.

A cette cause initiale, il faut ajouter la nature elle-même du littoral : récif de corail ayant facilité l'établissement du cordon lagunaire auquel il fournit une assise solide.

VII. — *Nature des dépôts du lac*

Les dépôts sont, d'une façon générale, vaseux plutôt que sableux. Aux terres et sables transportés par les eaux d'amont dans les lagunes s'ajoute une énorme quantité des détritus végétaux. Ceux-ci, par

l'enchevêtrement de leurs tiges et rhizomes, arrivent parfois à constituer des masses compactes qui se détachent des rives et forment des radeaux que le vent déplace jusqu'au moment où ils se désagrègent et vont pourrir au fond de l'eau. Des tourbes peuvent même se former en certains endroits.

VIII. — *Bibliographie*

A. Grandidier. — Les canaux et les lagunes de la côte orientale de Madagascar. *C. R. Acad. Sciences*, 1885.

Monnier. — Note sur les lagunes de la côte Est. *Bull. Acc. Malgache*, 1909.

R. Decary. — Les formations littorales dans la région de Mananara. *Bull. Ac. Malgache*, 1922.

G. Petit. — L'industrie des pêches à Madagascar, Paris, 1930.

Lac Vinanibé

I. — *Position*

l. : 27 Gr. 82 (Sud). L. : 49 Gr. 54 (Est Paris). Alt. : 2 mètres (environ).

II. — *Forme et dimensions*

La superficie totale peut être estimée à une trentaine de kilomètres carrés ; elle est difficilement appréciable d'une façon précise en raison des zones marécageuses qui bordent les rives. La nappe forme trois parties orientales Est-Ouest, et réunies par des chenaux. La plus importante est le Vinanibé lui-même ; les deux autres sont l'Ambasivasy et le Loharano.

Documents géographiques. — Cartes à 1/500.000 et 1/200.000 du Service Géographique de Madagascar ; carte manuscrite au 1/50.000^{e} du district de Fort-Dauphin.

La profondeur moyenne est de 1 m. 50 à 2 m. 50. Les berges sont marécageuses et ensablées dans les parties Ouest des nappes ; les parties Est et Sud sont à bords plus francs, et immédiatement plus profonds.

Un ilôt gneissique, appelé Antranovato existe dans la partie Nord du Vinanibé : forme circulaire. Hauteur : une quinzaine de mètres ; diamètre : 300 mètres environ.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Loharano et Ambasivasy n'ont pas d'alimentation directe par cours d'eau. Seul Vinanibé reçoit les eaux de la Fanjahira, rivière longue d'environ 35 kilomètres et venant du Nord, dont le débit est très considérable en raison des pluies. Le lac reçoit aussi les apports du Manambaro, beaucoup moins important. Il n'a pas d'exutoire naturel.

Dans sa partie Sud, le lac se rapproche beaucoup de la mer dont en un certain point il n'est séparé que par une plage de sable de 50 à 80 mètres de large. Une partie de son eau peut filtrer lentement dans le sable jusqu'à la mer, mais en saison des pluies, par suite de l'abondance des apports de la Fanjahira, le niveau peut s'élever de 1 m. 50 environ, créant un certain danger pour les villages riverains ; parfois un chenal naturel se creuse alors jusqu'à la mer. Le plus souvent un petit canal est percé artificiellement ; il s'élargit et s'approfondit très rapidement sous l'effet de la circulation violente de l'eau évacuée. Le niveau du lac baisse alors d'un mètre environ en l'espace de trois à quatre jours.

IV. *Caractères de l'eau*

L'eau est douce, mais aucune analyse n'a été effectuée.

V. — *Variations du niveau de l'eau*

Les variations saisonnières dont celles des crues de saison des pluies sont mentionnées plus haut.

Le clapotis est assez fort pendant les périodes de vent, rendant parfois difficile la navigation des pirogues.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Toute la partie Nord du lac est constituée par des roches cristallines descendant en pente douce des chaînes gneissiques du Nord. Au Sud, une ligne de dunes fixées, reposant sans doute sur un socle cristallin sépare le lac de la mer. Les marécages de hauts fonds les plus importants se rencontrent surtout dans les parties Nord et Ouest du lac.

Toute la région à l'Ouest de Fort-Dauphin constitue un gain récent des terres sur la mer. Le Vinanibé est une ancienne lagune formée par des apports de sable, constituant un cordon littoral.

VII. — *Nature des dépôts du lac*

La Fanjahira qui alimente le Vinanibé ne forme pas de delta, mais coule dans toute sa partie inférieure entre des voies basses et envasées.

Les dépôts sont surtout argileux et boueux dans la partie Nord alors qu'au Sud, par suite du voisinage des dunes dont le sable est soulevé par le vent, il y a prédominance nette de fonds arénacés.

VIII. — *Bibliographie*

R. Decary. — Contribution à la géologie et à la

botanique de la région de Fort-Dauphin. Andrahomana. *Bull. Acad. Malgache* 1927.

Lac Anongy

I. — *Position*

l. : 27 Gr. 87 à 27 Gr. 97 (Sud). L. : 49 Gr. 03 à 49 Gr. 12 (Est Paris). Alt. : 3 mètres.

II. — *Forme et dimensions*

Surface : 20 kilomètres carrés environ. Longueur : 10 kilomètres (Nord-Sud). Largeur : 7 à 8 kilomètres (Est-Ouest).

Documents géographiques. — Cartes du lac : à 1/200.000 (non éditée) ; à 1/500.000 du Service Géographique de Madagascar.

Il ne semble pas de toute façon que les fonds dépassent 3 mètres aux plus hautes eaux.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Alimentation provenant de la rivière Tarasy et de ses affluents : Ankapoaka et Ranomanity. Ces cours d'eau, sauf le premier, ne possèdent d'eau que lors des pluies. D'autre part, en raison de la proximité de la mer, il est possible que des eaux salées arrivent également par filtration à l'époque où le niveau du lac est le plus bas.

En temps normal, aucun chenal ne fait communiquer le lac avec la mer dont il est séparé par un cordon de dunes mobiles basses, dont la largeur varie de 400 à 1.200 mètres. Lorsque l'eau du lac commence à s'élever au moment des pluies, une faible partie doit s'infiltrer dans les sables. Puis, aux plus hautes eaux, un chenal se perce parfois à travers les sables, assurant l'évacuation du trop plein. Ce fait, d'ailleurs, ne se produit pas chaque année, à beaucoup près.

IV. — *Caractères de l'eau*

Cette eau, extrêmement pure, paraît au goût avoir une salure presque égale à celle de la mer ; elle renferme, du reste, à côté de quelques animaux d'estuaire ou d'eau saumâtre des espèces franchement marines, poissons et même méduses.

V. — *Variation du niveau de l'eau*

Lors de la saison des pluies, le niveau peut s'élever de 2 mètres sous l'afflux des apports du bassin de la Tarasy dont le sol imperméable évacue sur le lac la totalité des eaux reçues. En saison froide, une grande partie de la zone orientale du lac s'assèche complètement, laissant sur le sol une croûte cristalline exploitée par les indigènes.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Le lac Anongy est une ancienne lagune à la limite orientale de l'Androy, au point de contact des terrains sédimentaires et cristallins. Des gneiss bordent sa rive Est alors que les calcaires apparaissent sur la rive Ouest. Toute la partie méridionale est bordée de dunes.

Il rentre dans la catégorie des *lacs de barrage*. Le barrage est constitué par un cordon de dunes, reposant sur un substratum inconnu : récifs de coraux ou peut-être ressaut cristallin.

VII. — *Nature des dépôts du lac*

Sable très calcaire avec innombrables débris de coquillages de *Cyrenidae*. A un mètre environ au-dessus du niveau moyen des eaux, on observe, en certains points des berges, des amas de coquilles de Cyrenidae de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur et correspondant à un niveau supérieur ancien.

VIII. — *Bibliographie*

R. Decary. — Contribution à la géologie de l'Extrême-Sud de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. France*, t. XXVIII, 1929, p. 401.

R. Decary. — Contribution à l'hydrologie de l'Extrême Sud de Madagascar. *Bull. Acad. Malgache*, t. XIV, 1931, p. 43.

Lac Ranofotsy

I. — *Position*

l. : 27 Gr. 90 (Sud). L. : 49 Gr. 25 (Est Paris). Alt. : au niveau de la mer.

II. — *Forme et dimensions*

Surface : environ 10 kilomètres carrés. Lac allongé Nord-Sud, présentant un étranglement dans son tiers inférieur.

Documents cartographiques. — Carte à 1/500.000 du Service Géographique de Madagascar. Carte à 1/50.000 (inédite) du district de Fort-Dauphin. Carte N° 4177 du Service Hydrographique de la Marine pour la Baie des Galions et le chenal.

La profondeur, inconnue, atteindrait quatre à cinq mètres en certains points.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Le lac reçoit dans sa partie nord la petite rivière

Ranopiso qui vient des montagnes de Taviala et ne possède qu'un faible débit. La communication est presque permanente avec la mer par un chenal long de 7 à 800 mètres, aboutissant à la Baie des Galions.

IV. — *Caractères de l'eau*

L'eau est franchement douce dans la presque totalité du lac, un peu saumâtre dans sa partie méridionale.

V. — *Variations du niveau de l'eau*

Les variations saisonnières sont faibles. Lorsque le chenal se trouve fermé, l'eau peut monter de 1 mètre à 1 m. 50, et le chenal s'ouvre alors de nouveau sous la pression.

On observe un gros clapotis lors des grands vents.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Le lac Ranofotsy est un ancien estuaire ou lagune, comme les lacs Vinanibé et Anongy. Creusé dans les roches cristallines, peut-être sur l'emplacement d'une faille, il possède des bords assez abrupts sauf dans sa partie nord où il se prolonge par une région marécageuse. Dans la partie Sud, il est séparé de la Baie des Galions par des dépôts arénacés et des sables dunaires, dont le substratum est inconnu. Le chenal ouvert pendant une partie de l'année se ferme de temps à autre par suite des apports de sable.

VII. — *Nature des dépôts du lac*

Il n'y a pas de delta, mais une zone marécageuse à l'embouchure du Ranopiso.

Les dépôts sont vaseux dans la partie nord et sableux dans la partie sud (apports de sables éoliens).

Lac Manampetsa (1)

I. — *Position*

l. : 26 Gr. 70 à 26 Gr. 86 (Sud). L. : 46 Gr. 0 à 46 Gr. 05 (Est Paris). Alt. : voisine du niveau de la mer.

II. — *Forme et dimensions*

Surface : 20 kilomètres carrés environ. Longueur : 16 km. Largeur : de 1 à 4 km.

Documents géographiques. — Cartes à 1/100.000 sans nivellement, non éditée ; à 1/500.000 du Service Géographique de Madagascar.

La profondeur maximum est 2 m. 50 à 3 mètres. Rives basses, bordées de dunes se prolongeant d'un côté jusqu'à la mer, de l'autre jusqu'à la falaise calcaire du plateau Mahafaly.

Dans la partie Nord du lac, un îlot de 3 km. de long sur 1 km. de large. La nature de l'îlot et son altitude sont inconnues.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Lac fermé. Sa formation paraît résulter du processus suivant. Primitivement, les eaux douces du plateau Mahafaly, en s'écoulant par les calcaires fissurés qui le constituent, venaient réapparaître à une certaine distance en contre-bas et en avant du pied de la falaise ; elles filtraient à travers les sables et déposaient des sédiments calcaires qui rendaient ces sables imperméables ; elles ont alors rempli entre les dunes et la falaise une dépression, ancienne lagune sèche et salée qui constitue le lac actuel.

Il n'y a pas d'exutoire. L'eau peut seulement rejoindre la mer par filtration à travers le sable.

IV. — *Composition de l'eau*

Analyse chimique :

Fer et alumine	faibles traces
Chaux	15,660
Magnésie	3,024
Acide sulfurique	14,418
Acide phosphorique	0,181
Phosphate tricalcique	0,414
Chlore	2,154
Chlorure de sodium	3,528
Acide carbonique	7,800
Matières insolubles	5,400
Oxyde de fer et alumine	faibles traces
Sulfate de calcium	24,510
Carbonate de calcium	10,022
Carbonate de magnésium	6,325
Phosphate tricalcique	0,414
Chlorure de sodium	3,528
Insolubles	5,400
Total : Gr.	50,199

Autre analyse faite en 1933 :

Saveur	salée et amère
Odeur	nulle
Réaction	très légèrement alcaline
Alcalinité en CC. $\frac{N}{10}$	15 CC. par litre
Matières en suspension	présence

(1) Cette appellation est, en réalité, une déformation qui n'a pas de sens en malgache. Les Mahafaly riverains connaissent le lac sous le nom de Manampetsa qui signifie « où il y a de la boue ». L'appellation courante déformée par les Européens est « Tsimanampetsotsa », qui en réalité ne possède pas de sens précis, mais qui est reproduite sur les cartes officielles.

Etudes physiques :

		Résultats rapportés au litre —
Degré hydrotimétrique : 400°		
Extrait sec à 100°	C	26 gr. 200

Eléments électro-positifs :

	Ions	
Fer et aluminium ..	Fe, Al	0 gr. 017
Manganèse	Mn	néant
Calcium	Ca	0 gr. 875
Potassium	K	0 gr. 235
Sodium	Na	8 gr. 201
Magnésium	Mg	0 gr. 660

Eléments électro-négatifs :

Chlore	Cl	12 gr. 070
Acide silicique	SIO^3	0 gr. 075
Acide sulfurique ...	SO^4	3 gr. 900
Acide nitreux	NO^2	néant
Acide nitrique	NO^3	néant

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

La rive Est du lac est en bordure immédiate de la falaise. Sur la rive Ouest, la nappe est séparée de la mer tout d'abord par une plaine couverte d'efflorescences, surtout constituées par du sulfite de CaO, et d'un tapis de Salsolacées, puis par une série d'ondulations de dunes. Le tout repose sur un substratum de calcaires éocènes.

L'origine du lac a été indiquée plus haut.

VI. — *Nature des dépôts du lac*

Le fond est formé par une boue très blanche, d'une épaisseur moyenne de 2 mètres. Lorsque le vent agite la surface, la boue est mise en mouvement par le clapotis et vient charger les eaux qui prennent une couleur laiteuse. Cette boue séchée constitue un dépôt crayeux paraissant privé d'éléments organiques.

La caractéristique essentielle du lac est la formation de calcaire lacustre actuel.

Le lac est bordé à l'Est et à l'Ouest par des zones lagunaires desséchées.

VII. — *Bibliographie*

H. Jumelle et H. Perrier de la Bathie. — Histoire naturelle d'un lac de Madagascar. *Rev. général de Bot.*, t. XXIV, 1912.

G. Petit. — L'Industrie des pêches à Madagascar. Paris, 1930.

CRATÈRES-LACS

A). Lacs du massif d'Ambre

I. — *Position*

Lacs situés sur les flancs du massif d'Ambre dans l'extrême Nord de Madagascar.

Coordonnées du sommet du massif :

l. : 13 Gr. 99 (Sud). L. : 52 Gr. 02 (Est Paris).

II. — *Forme et dimensions*

Ces lacs, au nombre d'une quinzaine, sont de dimensions variables. Les plus petits ne dépassent pas une cinquantaine de mètres de diamètre ; les plus grands, par contre, ont près d'un kilomètre. En général leur forme est plus ou moins circulaire, parfois très régulière.

Documents géographiques. — Cartes à 1/100.000 et à 1/500.000 du Service Géographique de Madagascar.

III. — *Bibliographie*

Très peu importante. Un certain nombre de ces lacs sont mentionnés dans les deux ouvrages suivants :

P. Lemoine. — L'Extrême Nord de Madagascar. *Revue de Madagascar*, 1903

P. Lemoine. — Etudes géologiques dans le Nord de Madagascar. Paris, 1906.

Lac Mahery (Maherana, Maherianina)

I — *Position*

2 km. 500 N.-W. du Sakaramy. Altitude : 460 m.

II. — *Forme et dimensions*

Ovale, à bords découpés. Longueur : 1 km. Largeur : 800 m. Surface : environ 70 hectares dont les deux tiers sont marécageux.

La profondeur est inconnue. On rapporte qu'un officier ayant voulu sonder le centre du lac fut renversé avec son embarcation par suite du bouillonnement de l'eau.

III. — *Alimentation et évacuation des eaux*

Il n'y a pas de source ou de rivière se déversant dans le lac. L'alimentation de celui-ci est sous-lacustre. Le lac possède, dans sa partie ouest, un exutoire qui communique avec la rivière de la Main, se jetant elle-même dans la baie de Diégo. Cette source sous-lacustre, est probablement la cause des bouillonnements signalés plus haut.

IV. — *Caractères de l'eau*

L'eau paraît bleue en épaisseur.

V. — *Variations du niveau de l'eau*

Variations saisonnières. La nappe paraît avoir des pertes sous-lacustres. Il semble qu'elle alimente par infiltration la rivière Andranomandrina, affluent de l'Alandriana et aussi un des affluents du Sakaramy.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Le lac est entouré de falaises presque abruptes sur toute la périphérie, sauf du côté du déversoir de l'Ouest qui est évasé. C'est un type très net de cratère-lac.

VII. — *Nature des dépôts du lac*

Dépôts argileux provenant du ruissellement des pentes volcaniques. Le lac paraît avoir eu anciennement un exutoire un peu supérieur. Des dépôts asséchés d'alluvions se voient dans sa partie Ouest.

Petit Lac ou Lac de la Coupe Verte

I. — *Position*

A 10 km. au sud de Joffreville, à l'Est du « Chemin Landais ». Altitude : 950 m.

II. — *Forme et dimensions*

Longueur : 300 m. Largeur : 150 à 200 m. Surface : environ 6 hectares.

Profondeur inconnue. Berges très raides ou à pic dans les parties Est et Ouest.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Il n'y a pas de source visible. Peut-être sources sous-lacustres et évacuation par infiltration. Pas d'exutoire.

IV. — *Variations du niveau de l'eau*

Simples variations saisonnières. En période des pluies, l'étiage est dépassé de 4 mètres par l'arrivée des eaux de surface et de petites sources ou de suintements provenant du pic du Petit lac, au Nord-Ouest.

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Terrain volcanique (laves et tufs). C'est un cratère-lac.

Lac Maudit ou Mare aux Sangsues

I. — *Position*

A 18 km. au Sud de Joffreville (Antsirane), et à 1 km. Ouest du Chemin Landais, au Sud du Cratère Renard. Altitude : 1.150 mètres.

II. — *Forme et dimensions*

Forme ovale. Longueur : 1 km. Largeur moyenne : 500 mètres. Surface : 50 hectares environ.

Profondeur inconnue. Pas de sondages. Abords marécageux. Quelques îlots flottants constitués par des plantes aquatiques entremêlées.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Pas de sources visibles, mais sources sous lacustres probables, car l'eau montre un mouvement du Sud-Ouest vers le Nord-Est (dans le sens de la longueur de la nappe). En 1936, le débit du lac était estimé à 5 litres-seconde, à l'endroit où l'eau s'infiltre entre les roches de la partie Nord-Est.

Pas d'exutoire, ni de déversoir. L'eau s'évacue par infiltration et réapparaît pour former la rivière d'Andavakoera (1).

IV. — *Variations du niveau de l'eau*

Variations saisonnières seulement. Les variations du niveau peuvent atteindre exceptionnellement 3 mètres d'amplitude.

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Les abords du lac sont marécageux. Pentes presque verticales dans les parties sud-sud-est, nord-ouest et nord-est. On y voit des laves et d'épaisses couches de pouzzolane noire.

Grand Lac ou Lac de la Belle Etape

I. — *Position*

Au centre du massif d'Ambre, au sud-est du Pic d'Ambre, à 24 km. de Joffreville. Altitude : 1.160 mètres.

II. — *Forme et dimensions*

Forme circulaire, environ 500 mètres de diamètre. Surface : 19 à 20 hectares.

Pas de sondages effectués. Pente faible au début, puis paraissant augmenter assez brusquement.

(1) Rivière en partie souterraine dans son cours supérieur.

Le lac Alaotra vu d'Imerimandroso

Les cratères basaltiques du lac Itasy

Le lac Itasy vu du bois sacre

Le lac Andraikiba

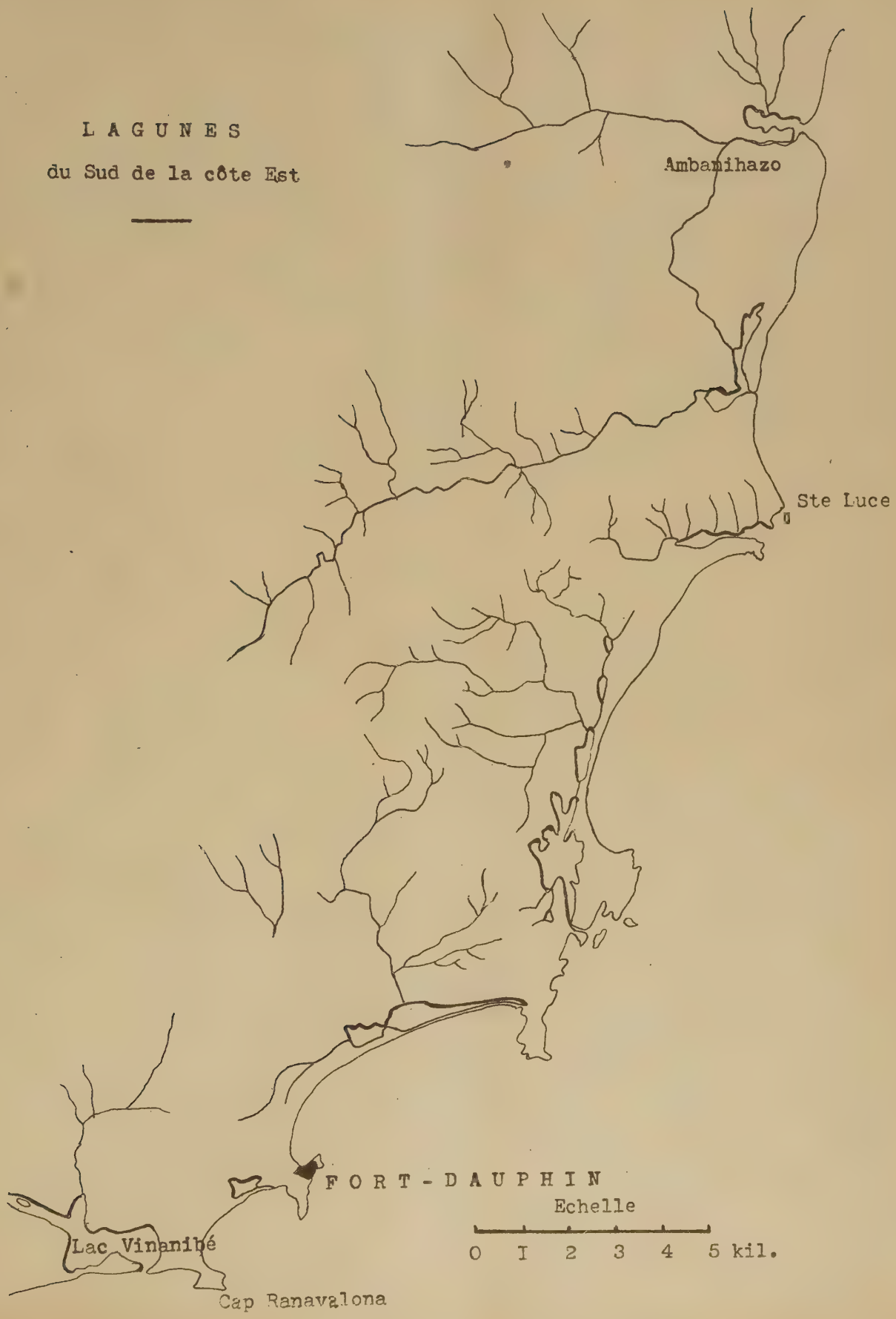
ECHELLE
0 100 200 300 400 kil.
ANTSIRANE
L. Lexier
NOSY BÉ
L. Inosy
L. Andohabé
L. Ampaha
MAJUNGA
L. Kinkony
L. Ankarainga
L. Tsibirahy
L. Sahapy
L. Bevary
L. Ampary
L. Amparihibe
L. Bontrony
L. Alaotra
MAINTIRANO
TAMATAVE
Pengalanes
L. Bemamba
L. Befotaka
L. Mazamo
L. Antsohaty
TANANARIVE
L. Itasy
L. Rima
L. Bemarivo
L. Andranomena
L. Komanomby
L. Andamo
L. Andraikiba
L. Lemana
L. Bofo
L. Tritriva
MANANJARY
FIANARANTSOA
L. Ihotry
L. Andriamby
FARAFANGANA
TULÉAR
L. Tsimanampetsotsa
L. Vinanibé
FORT-DAUPHIN
Mare Isampesa
L. Ranofotsy
Saline Iodo
L. Anongy

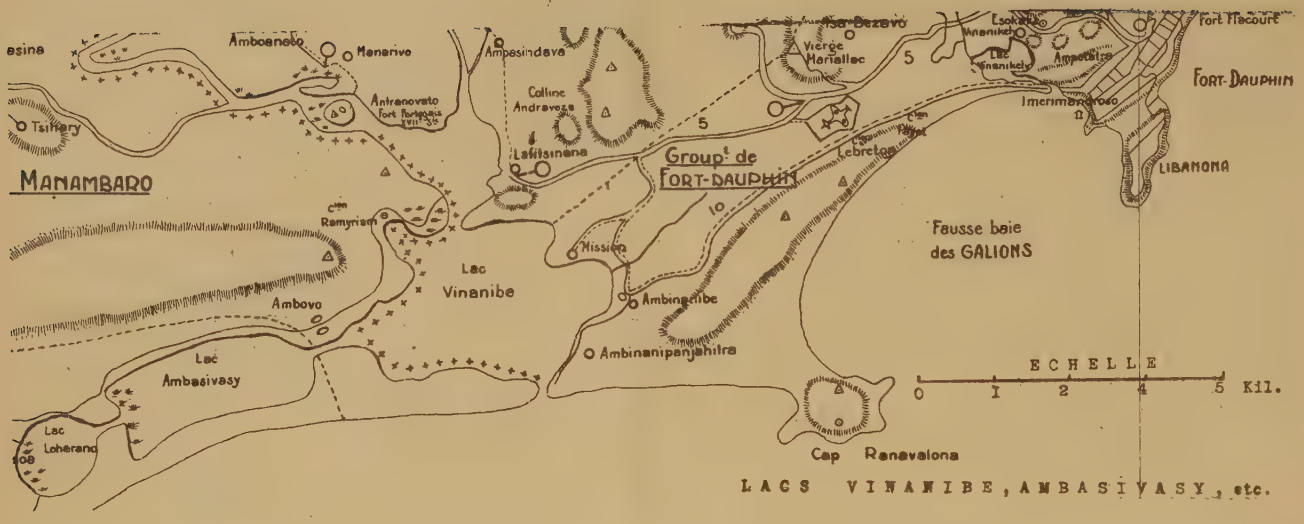
Environs du Lac Alaotra d'après la carte de Longuetosse

Echelle
0 1 2 3 4 5 kil.

Lac ITASY
Echelle
0 1 2 3 4 5 kil.
LAC
ITASY
Lac Taraxo
Ambohitazo
Ambohipanantakana
Ambohidrano
Ambohimiakoja
Ambohipanto
Ambohitrakoho
Ambohimanga
Antsahondra
Marais de
Filandambo
Maromena
Kopy
Ambohimpantsakarivo
Ancien volcan
Mahasoa
Anjiva
Ambohiniaza
Soamanjaka
Kirgjy
Ambohimarina
Amperoba
Tsiafahy

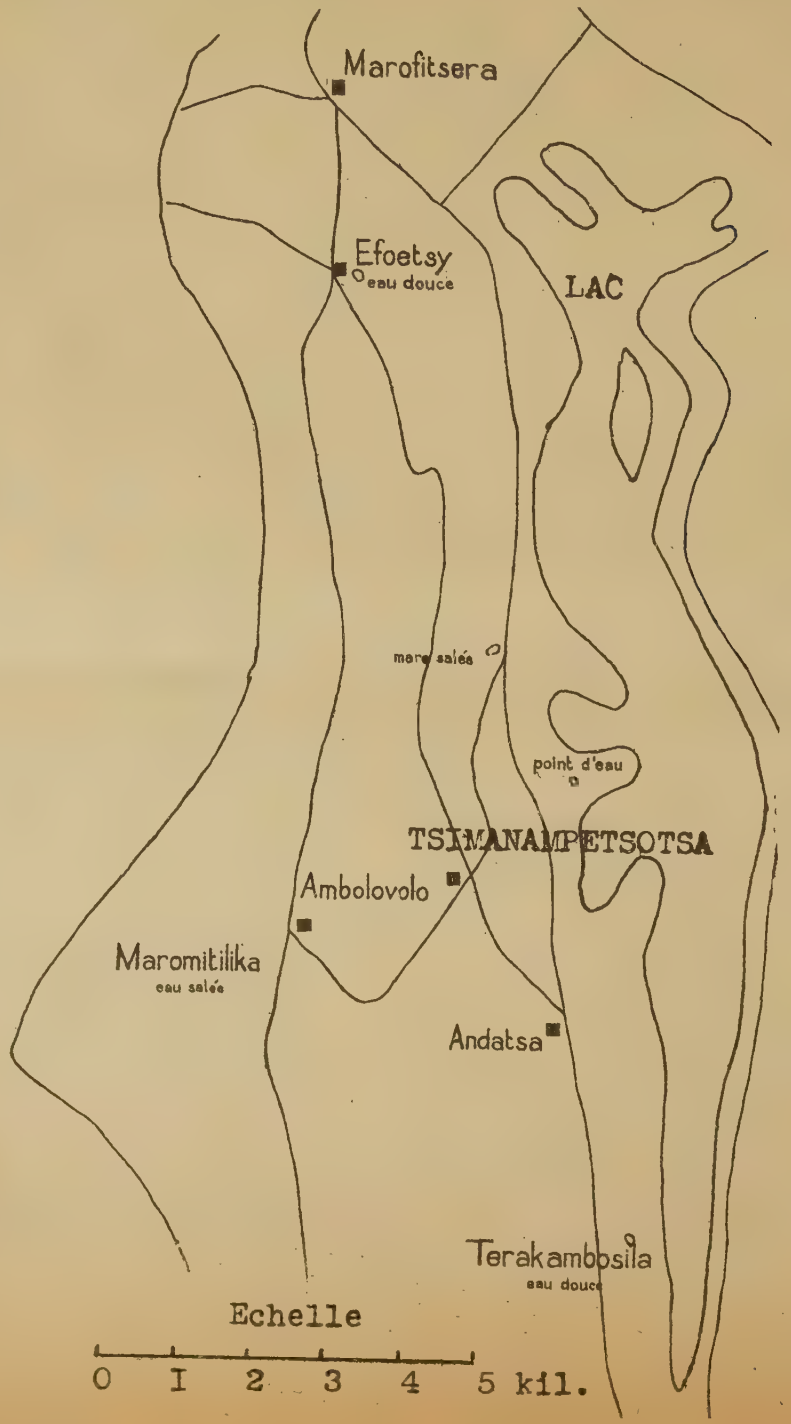
Mananhy
Aboraho
Kilimiondo
Ankerika
Manariabo
Andramangoa
Bemia
Ambolisaka
Ankilitolo
Andrenialasingotsy
Andreketa
Andolotelo
Ankarandoha
Ankarandoha
LAC IHOTRY
Ankazoberavina
Andrenialamahitsy
Andohantona
Ihotry
abely
Mihovotra
Ardranaka
LAC IHOTRY
Antsakoamadinika
Ankorontsakoa
Ankilikasy
Echelle
0 1 2 3 4 5 k.

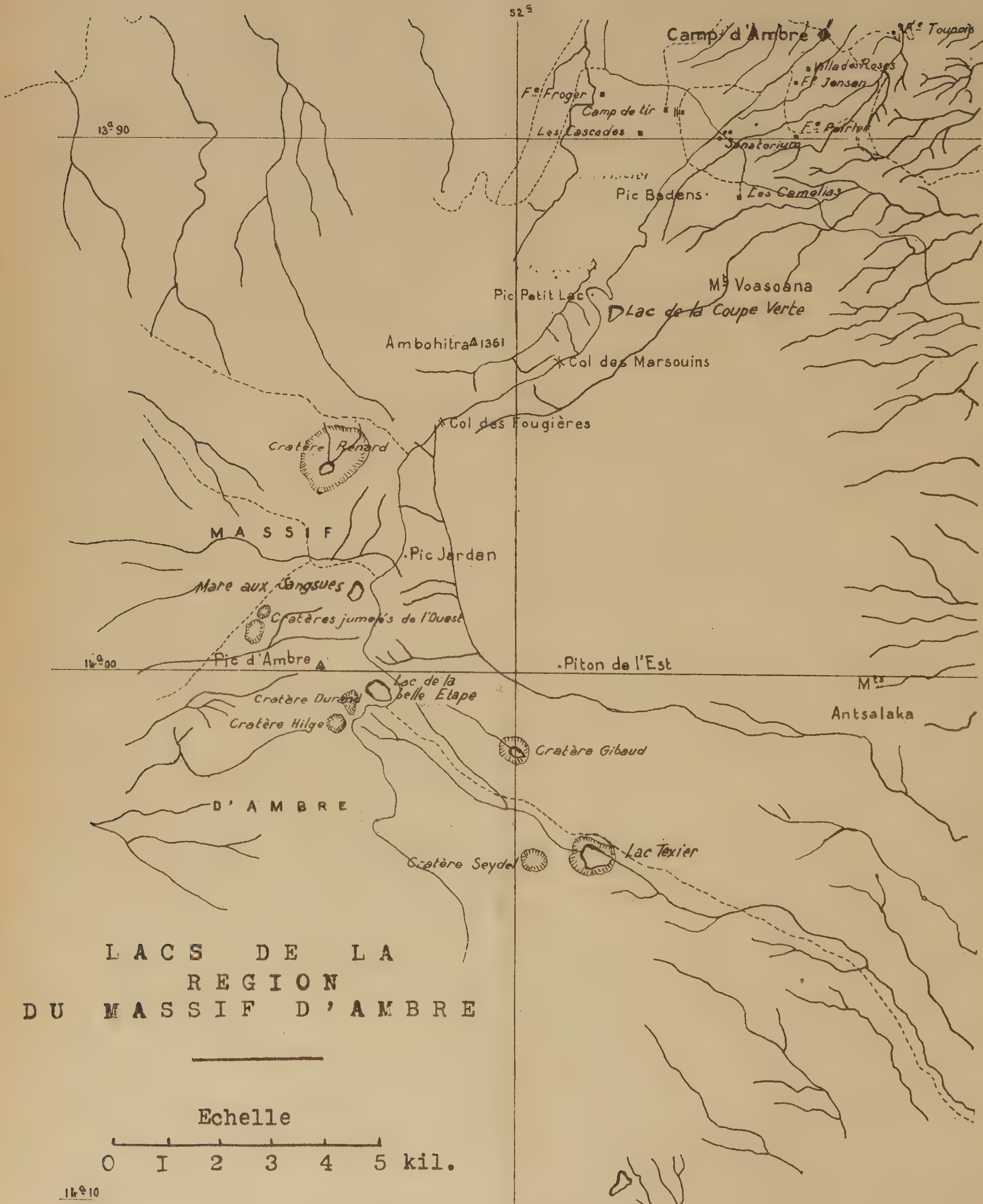

L A G U N E S
du Sud de la côte Est
Ambanihazo
Ste Luce
F O R T - D A U P H I N
Echelle
0 I 2 3 4 5 kil.
Lac Vinanibé
Cap Ranavalona

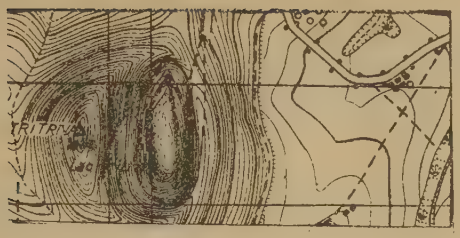

esina
Amboanato
Menarivo
Ampesindava
Antranovato
Fort Portugais
Tsiafary
MANAMBARO
Colline Andravese
Lafitsinena
Group^t de FORT-DAUPHIN
Vierge Mariallac
Fort Macourt
FORT-DAUPHIN
Imerimandroso
LIBANONA
Lebreton
Cne Ramyriam
Mission
Lac Vinanibe
Ambovo
Ambinanibe
Ambinaniparyahitra
Fausse baie des GALIONS
Lac Ambasivasy
Lac Loherano
ECHELLE
0 1 2 4 5 Kil.
Cap Ranavalona
LACS VINANIBE, AMBASIVASY, etc.

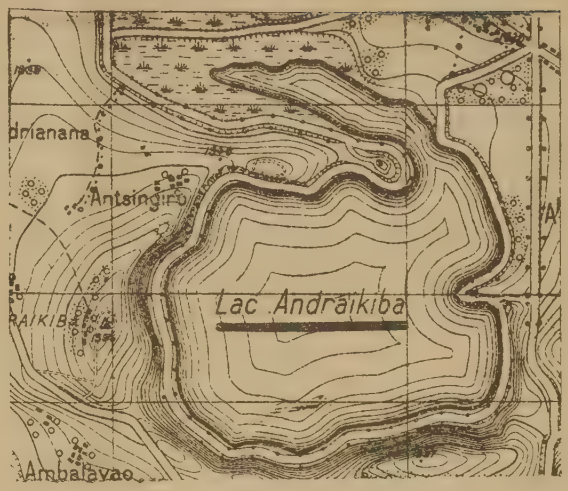
619 Pic Angavo
Petit Lavasoa
441 R
828
Gd Lavasoa
Rebasy
Ampanalenkongo
Anene
Midriso (Antanendave)
Mikibaky (Maroveraky)
Meromiary
Ankilivalo
Lac Ranofotsy
Amboavola
Group^t d'ANTSIRANA
Antsirana
Lac Mekazary
Anzanatanimena
Saresambo
Ambaz
Marovato forina
Antohitohy Mitreaky
Andretsy
Siranie
Andrevory
Anelabe
Ankilimitraha
Baie des Galions
Echelle
0 1 2 3 k.
LAC RANOFOTSY

L A C T S I M A N A M P E T S O T S A



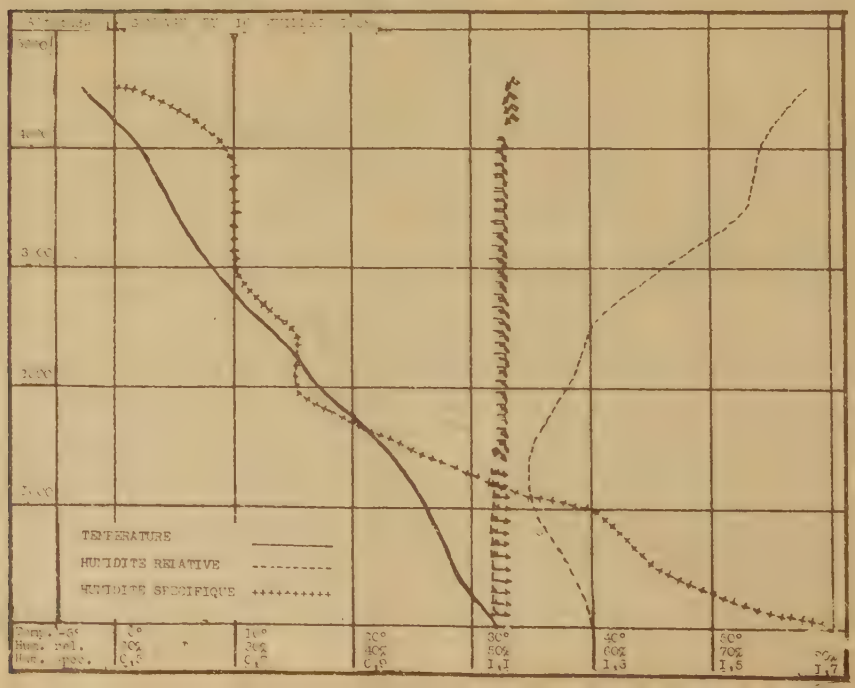

52g
Camp d'Ambre
Toupois
Villa des Roses
Fe Jensen
Fe Froger
Camp de tir
Les Cascades
Sanatorium
Fe Poirier
13g90
Pic Badens
Les Camelias
Pic Petit Lac
Mt Voasoana
Lac de la Coupe Verte
Ambohitra 1361
Col des Marsouins
Col des Fougières
Cratère Renard
MASSIF
Pic Jardan
Mare aux Sangsues
Cratères jumeaux de l'Ouest
14g00
Pic d'Ambre
Piton de l'Est
Mts Antsalaka
Lac de la Belle Etape
Cratère Durand
Cratère Hilge
Cratère Gibaud
D'AMBRE
Lac Texier
Cratère Seydel
LACS DE LA REGION DU MASSIF D'AMBRE
Echelle
0 1 2 3 4 5 kil.
14g10

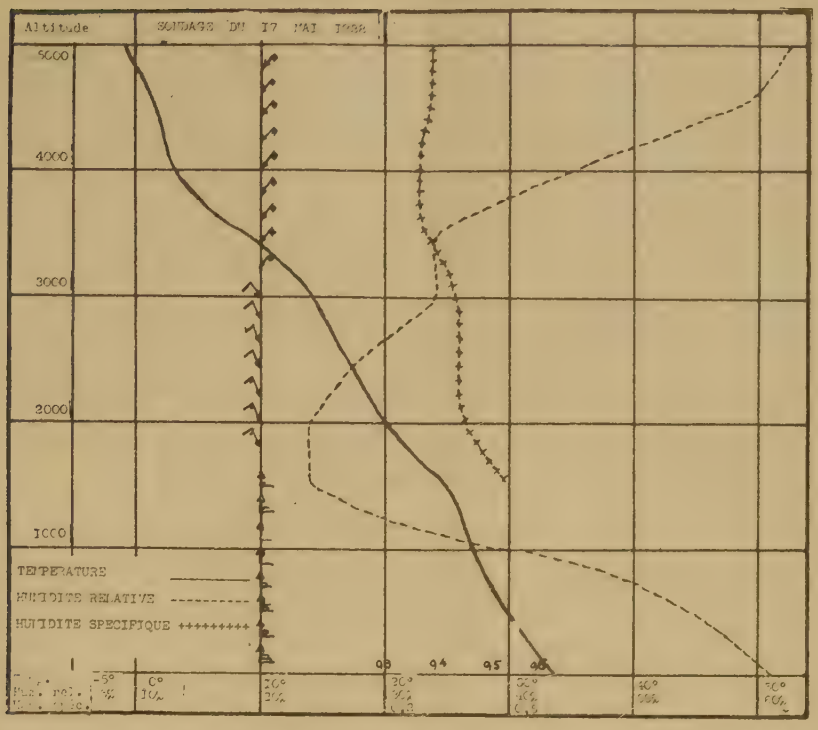


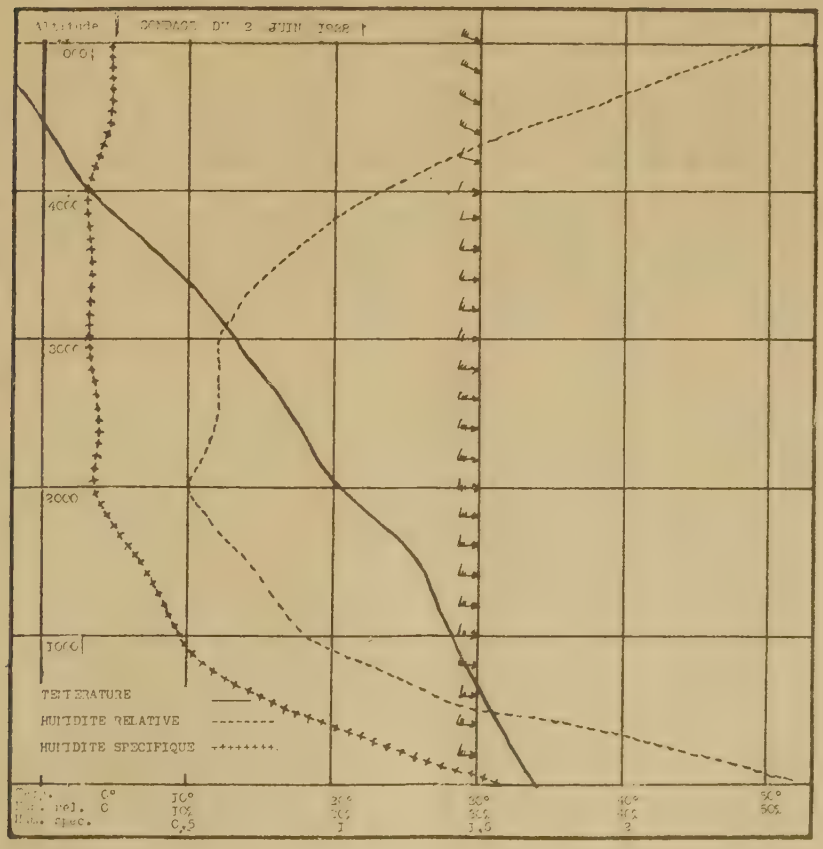


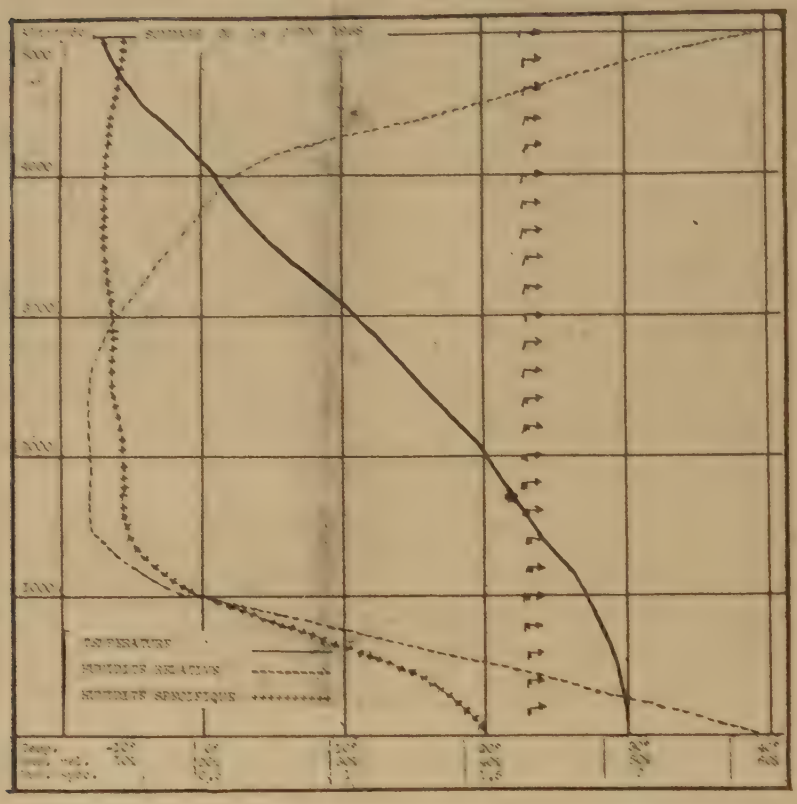
Lacs TRITRIVA (ci-dessus)
et ANDRAIKIBA (à droite)
Echelle
commune aux deux cartes :
0 ——— 1 k.

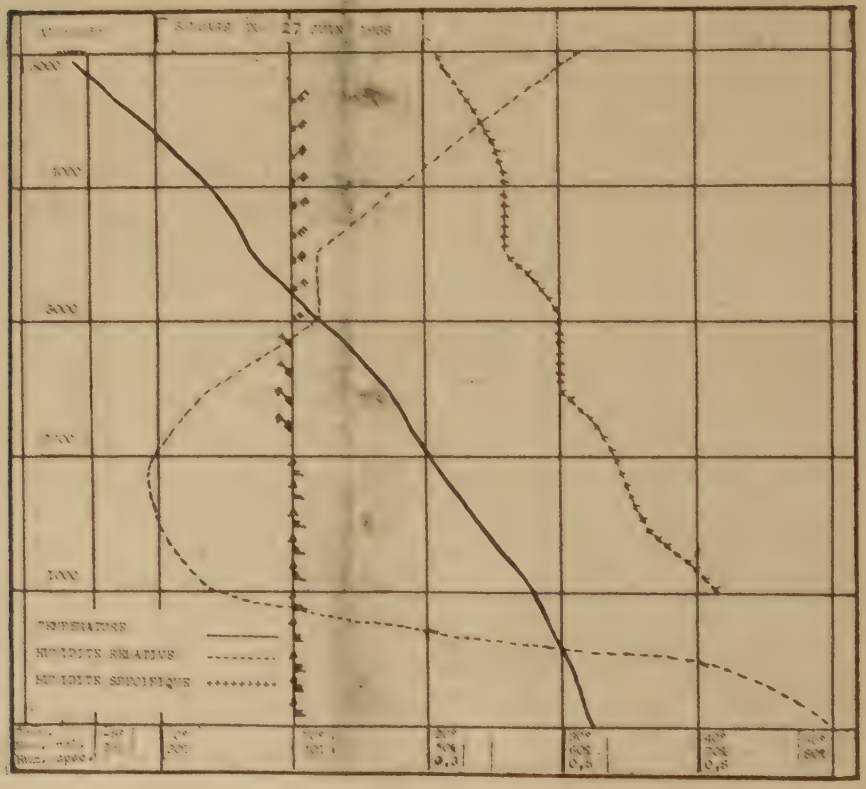
L. LAPAYRE.- OBSERVATIONS EN ALTITUDE A DJIBOUTI




Altitude
SONDAGE DU 17 MAI 1932
5000
4000
3000
2000
1000
TEMPERATURE
HUMIDITE RELATIVE
HUMIDITE SPECIFIQUE
93
94
95
96
-5°
0°
10°
20°
30°
40°
50°


Altitude
SONDAGE DU 2 JUIN 1932
4000
3000
2000
1000
TEMPERATURE
HUMIDITE RELATIVE
HUMIDITE SPECIFIQUE
0°
10°
20°
30°
40°
50°





Région de la montagne d'Ambre. Le Petit Lac

Lac de Morovintsy, près de Vatomandry (Région des Pengalanes)

Le lac Tritriva

Le lac Tritriva, vue prise en avion

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Alimentation par les eaux de ruissellement. Sources sous-lacustres probables. Du côté de l'Ouest, l'eau s'infiltre entre des bancs de pouzzolane dure pour réapparaître derrière la paroi, prendre la direction du sud-est et se jeter dans le lac Texier ou lac Manonjy, à 6 km. environ. Le débit peut être estimé à 4 litres-seconde.

IV. — *Variations du niveau de l'eau*

Pas de variations séculaires. Les apports d'alluvions ont tendance à combler la partie Nord-Ouest.

En saison des pluies, le niveau s'élève de 1 mètre à 1 m. 50. En octobre-novembre, le niveau atteint des trous d'infiltration.

La légende indigène affirme que lors des grandes marées la mer fait sentir son influence sur le lac, qui est pourtant situé à 1.160 mètres d'altitude.

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Bords marécageux sauf dans la partie nord ; aux alentours basaltes, tufs et pouzzolanes.

VI. — *Nature des dépôts du lac*

Fonds de vase provenant des pouzzolanes.

Lac Manonjy ou Lac Texier

I. — *Position*

A 6 km. S.-E. du grand Lac et 2 km. Est du Chemin Landais. Altitude : 950 mètres.

II. — *Forme et dimensions*

Forme circulaire. Diamètre : 400 mètres. Surface : 12 à 13 hectares.

Parois abruptes et rocheuses sauf dans la partie nord-est où leurs pentes s'adoucissent. Le lac semble très profond au centre.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Alimenté par l'arrivée des eaux du Grand Lac ou lac de la Belle Etape, qui tombent en cascade d'une hauteur de 30 mètres environ. Cette alimentation cesse pendant les trois derniers mois de l'année.

Il doit exister aussi des sources sous-lacustres dans les parties ouest et nord-ouest : des bois flottants jetés dans l'eau sont entraînés vers le nord-est.

L'eau est évacuée par un déversoir taillé dans le roc et formant une petite cascade. Cette cascade est l'origine de la rivière Antsahalalina qui traverse la route des Placers vers le km. 65.

IV. — *Variations du niveau de l'eau*

Variations saisonnières assez faibles en raison de la présence du déversoir. Débit non mesuré.

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Falaises abruptes dans les parties Nord-Ouest et Sud-Est, très raides dans la partie Est. Ces falaises sont constituées par des pouzzolanes dures et des roches volcaniques.

Du Grand Lac au Lac Texier, le terrain est en pente douce, coupé de ravinements profonds qui convergent vers le Lac Texier.

VII. — *Nature des dépôts du lac*

Pas de delta véritable, cependant l'eau provenant du Grand Lac amène une quantité assez importante d'alluvions. Les dépôts sont constitués par des graviers, des pouzzolanes fines et de l'humus.

Lac Ampatanambohitra

I. — *Position*

Lisière Sud de la forêt d'Ambre, à 13 ou 14 kilomètres du Grand Lac.

II. — *Forme et dimensions*

Nappe circulaire de 500 mètres de diamètre. La surface est de 19 à 20 hectares. La profondeur faible.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Existence probable de sources sous-lacustres. Pas d'exutoire connu.

On attribue aux eaux du lac la formation de la rivière Beamalo qui passe à Anivorano, mais aucune recherche n'a été faite à ce sujet.

IV. — *Variations du niveau de l'eau*

Les variations saisonnières sont assez faibles.

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Abords immédiats marécageux. Pas d'autres renseignements. Il semble qu'on se trouve en présence d'un cratère-lac.

Lac d'Amparihy

I. — *Position*

Au nord-ouest du village de Bobakilandy dans le massif d'Ambre.

II. — *Forme et dimensions*

Nappe d'eau circulaire à bords très irréguliers.

Diamètre moyen : environ 600 mètres. Surface : 28 à 30 hectares.

La profondeur est inconnue ; elle paraît cependant être assez considérable au centre.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Le lac est alimenté par le ruisseau Amparihy, dont le débit paraissait être d'une quarantaine de litres-seconde le 13 avril 1938.

Il existe peut-être aussi des circulations d'eau sous-lacustres car la rivière d'Andranomena, qui prend sa source au sud-ouest du lac, a un débit supérieur au ruisseau Amparihy (1).

L'eau du lac est évacuée par l'Andranomena dont le débit était de 80 litres-seconde le 13 avril 1938.

IV. — *Caractères de l'eau*

En épaisseur, l'eau paraît bleue au centre du lac.

V. — *Variations du niveau de l'eau*

Les apports solides du ruisseau Amparihy comblent lentement le lac.

Les variations saisonnières sont assez fortes. Pendant la saison des pluies, le diamètre de la nappe atteint près de 800 mètres. En période sèche, il ne dépasse pas 500 mètres.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Au Nord est une vallée où coule le ruisseau d'Amparihy, large de 800 mètres environ près du lac. Au Nord-Ouest et au Nord-Est deux collines argilo-calcaires s'avancent en éperon vers le lac, au Sud-Est est une autre colline de même formation ; au Sud, une forêt recouvre un terrain plat, de nature volcanique.

Le lac paraît avoir été creusé dans une dépression d'origine volcanique.

VII. — *Nature des dépôts du lac*

Le ruisseau d'Amparihy forme un petit delta qui progresse régulièrement. Les dépôts sont formés de sable et d'argile rouge. En bordure du lac, ils traduisent une plus grande extension antérieure de celui-ci. La nappe devait s'étendre vers le Nord et le Nord-Ouest. A 500 mètres au Nord du lac, l'épaisseur des dépôts peut atteindre 1 mètre Le comblement est dû à la fois au ruissellement et aux apports solides du ruisseau d'Amparihy.

Le lac est habité par les « crocodiles sacrés » des Antankarana. Les indigènes déclarent qu'un crocodile ressemblant à une jeune fille vient à leur appel lorsqu'ils font des sacrifices sur la berge.

(1) Aux alentours du lac, il existerait en outre un certain nombre de galeries et ruisseaux souterrains.

LAC D'ANTANAVO OU LAC SACRÉ

I. — *Position*

A l'Est d'Anivorano Nord, au Nord de la route Anivorano-Amparihy. Altitude : 550 mètres.

II. — *Forme et dimensions*

Nappe d'eau elliptique, à bords non réguliers. Longueur : 3 km. 500 ; largeur maximum : 2 km. Surface : 250 hectares.

La profondeur réelle est inconnue. Vers 1930, un sondage aurait été fait jusqu'à 300 mètres, sans atteindre le fond. Les pentes sont abruptes sauf vers le Sud.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Pas de source visible. Cuvette pluviale. Exutoire creusé artificiellement pour l'irrigation des rizières.

Il semble y avoir des pertes sous-lacustres qui alimenteraient un petit lac accollé à l'Est, car il se tient en équilibre constant avec le Lac Sacré.

IV. — *Caractères de l'eau*

Vu du haut, le lac paraît bleu turquoise en raison de sa grande profondeur.

V. — *Variations du niveau de l'eau*

Les variations saisonnières peuvent atteindre 1 mètre à 1 m. 50.

D'après les indigènes, on constaterait parfois vers le centre une sorte de bouillonnement dû, selon toute apparence, à des dégagements gazeux.

VI. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Les bords du lac sont constitués par des basaltes, des laves et des pouzzolanes. La nappe se trouve dans une dépression volcanique.

Les indigènes font fréquemment des sacrifices aux abords du lac et s'opposent à la destruction des crocodiles qu'ils considèrent comme sacrés.

B). **Lacs de Nosy-Bé**

I. — *Position*

Disséminés dans l'île de Nosy-Bé sur la côte Nord-Ouest de Madagascar.

Position du centre de l'île. Latitude : 14 Gr. 80 (Sud),

Longitude : 51 Gr. 04 (Est Paris). Altitude moyenne : 300 mètres.

II. — *Forme et dimensions*

Au nombre de neuf, ces lacs portent les noms suivant : du Nord au Sud : Ankiabé, Tanilatsaka, Manitmiasy, Bemapasa, Bousopisa, Amparibé, Antsidihy, Tsmiangohava.

Leur diamètre varie d'environ deux kilomètres (Amparibé) à deux ou trois cents mètres.

Les cartes qui s'y rapportent sont celles à 1/500.000 du Service Géographique et la carte Géologique à 1/200.000. En outre, une carte à 1/100.000 est donnée dans l'ouvrage de P. Lemoine cité à la Bibliographie.

La profondeur ne paraît pas dépasser 2 à 3 mètres au maximum.

Les renseignements généraux suivants sur ces lacs sont empruntés à Noulens.

« Transformés en lac par l'accumulation des eaux pluviales, ces anciens cratères sont toujours très profonds par suite de la disposition des versants intérieurs qui en font d'immenses entonnoirs, et le rebord supérieur des laves domine encore de 50 à 150 mètres la surface de l'eau.

Ces lacs sont au nombre de neuf.

L'Amparibé, l'Antaidihy et le Maintimaso groupés, les deux premiers séparés seulement par une muraille verticale de quelques mètres d'épaisseur à la base et de près de 50 mètres de haut ; le troisième aux eaux noires et profondes entouré de falaises en surplomb ; l'Antsahamanavaka ; le Bemapaga ; le Tanilatsaka qui donne son nom au massif, tout petit et marécageux au fond d'un grand cratère ; les Amparihimirabavavy, puits jumeaux accolés que dominent deux immenses cratères dont ils ont provoqué l'effondrement ; plus au Nord, isolé : l'Anjiavibé.

Ces lacs ne communiquent pas entre eux mais donnent quelquefois naissance à un ruisseau lorsque l'excès des pluies leur fait dépasser le rebord supérieur du cratère. Leur plan d'eau, sensiblement invariable, se stabilise au niveau de l'entonnoir où la surface d'évaporation s'équilibre avec la hauteur d'eau tombée. Il s'abaisse en saison sèche de 0 m. 80 à 1 mètre, par rapport au maximum d'hivernage.

Ces lacs ne sont pas les seuls que Nosy-Bé renferme. Les cratères d'éruption d'Ampombilava et de Djaboby à l'Ouest d'Helle-Ville sont identiques quant à la configuration intérieure.

Ce dernier, vaste excavation de 300 mètres de diamètre, ne s'ouvre cependant pas sur une éminence mais au niveau d'un vaste plateau, à 14 mètres au-dessus du niveau de la mer. Moins encaissé que les Amparihy, ses pentes n'ont qu'une dizaine de mètres et des sondages accusent au milieu du lac une profondeur de 40 mètres, un peu inférieure à celle de l'Ampombilava.

Le fond en serait donc de 36 mètres au-dessous du niveau de la mer. »

VIII. — *Bibliographie*

P. Lemoine. — Etudes géologiques dans le Nord de Madagascar. Paris, 1906.

Noulens. — Monographie de Nosy-Bé. *Bull. Economique de Madagascar*, 3e trimestre 1921.

C). Lac Tritriva

I. — *Position*

l. : 22 Gr. 142 (Sud) ; L. : 49 Gr. 542 (Est Paris) ; Alt. : 1.700 mètres (environ).

II. — *Forme et dimensions*

La forme est elliptique, avec 280 mètres selon le grand axe, et 75 mètres selon le grand. Il est représenté sur le plan des environs d'Antsirabe à 1/20.000.

La profondeur est d'environ 160 mètres.

III. — *Alimentation du lac et évacuation de ses eaux*

Lac fermé sans exutoire, alimenté vraisemblablement par une nappe souterraine.

IV. — *Caractères de l'eau*

Eau d'une belle couleur vert bleu.

V. — *Nature et allure du sol aux abords du lac*

Substratum de gneiss recouvert de projections volcaniques. Les abords sont très abrupts et parfois verticaux.

Le lac occupe le fond d'un cratère ou caldeira d'explosion taillé à l'emporte-pièce dans les gneiss.

VI. — *Bibliographie*

Bourdariat et Johnston Lavis. — Note sur le remarquable volcan de Tritriva au centre de l'île de Madagascar. *Bull. Soc. belge géol. Paléontol. Hydrologie*, t. XXII, 1908.

Sur la réduction de la pression au niveau de la mer à la Réunion

On pouvait penser que nous nous trouvions dans une situation des plus favorables à l'Ile de la Réunion pour étudier la réduction au niveau de la mer de la pression barométrique d'une station élevée.

En effet, le relief très accusé de l'île, avec son sommet de 3.000 m distant sur la carte de moins de 20 km de la mer, permet de placer la station inférieure le plus près possible de la verticale de la station supérieure.

Mais nous verrons plus loin que notre insuccès dans une réduction précise peut-être imputée aux perturbations créées par le relief dans les champs de température et de pression.

Les éléments de notre travail sont les observations au 1/10 de mm du baromètre à mercure et au 1/5 de degré du thermomètre pendant les mois de janvier, février, mars, avril 1937 aux stations de Saint-Denis et de Cilaos (alt. 10 m et 1200 m, distance horizontale des stations 25 km).

Presqu'à la verticale de Cilaos (5 km) nous avons créé une station d'enregistreurs au Piton des Neiges, à 3070 m. Malheureusement les appareils furent saccagés en janvier par des passants. Nous avons alors installé à cette station un baro-thermo-hygromètre enregistreur dont les indications nous permettront de faire une étude inédite sur la réduction de pression entre 3000 et 1200 ; les stations situées à une altitude de 3000 m et à une distance horizontale de la mer inférieure à 20 km sont en effet exceptionnelles.

L'avantage de la station de Cilaos est qu'elle est située à l'altitude de beaucoup de stations des plateaux malgaches et des plateaux africains du Sud-Afrique, Mozambique, Rhodésie, Tanganyka. Les données de Cilaos nous permettront ainsi de contribuer à la carte météorologique synoptique à l'altitude 1000 m de l'Afrique et des pays voisins, vœu émis au congrès météorologique international de Lusaka.

Nous nous proposons dans cette étude de comparer la pression réduite d'une station d'altitude (Cilaos 1200 m) à la pression observée au niveau de la mer (Saint-Denis) ; de la grandeur de l'écart entre ces deux quantités nous conclurons dans quelle mesure la réduction de la pression barométrique au niveau de la mer est possible.

Rappelons ici la formule de réduction dite de Laplace :

$$Z = 7991 \left(1 + a \frac{t+t'}{2}\right) L \frac{h'}{h}$$

Z est l'altitude en mètres.
a est le coefficient de dilatation de l'air $= 1/273$.
t et h, température et pression de la station supérieure.
t' et h', température et pression de la station inférieure.
L est le logarithme népérien ou naturel.

Mettons la formule de Laplace sous une forme plus simple : développons le logarithme népérien après l'avoir mis sous la forme connue $L \frac{1-x}{1+x}$

pour cela posons $x = \frac{h'-h}{h'+h}$

$$L \frac{1-x}{1+x} = -2\left(x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \ldots\right)$$

$$L \frac{h}{h'} = 2\left(\frac{1}{h+h'}\right)\left(h-h' + \frac{1}{3}\frac{(h-h')^3}{(h+h')^2} + \ldots\right)$$

dans la dernière parenthèse le terme $\frac{1}{3}\frac{(h-h')^3}{(h+h')^2}$ est de l'ordre de $\frac{1}{5}$ mb, les termes suivants sont donc négligeables et l'on peut écrire la formule de Laplace sous la forme non logarithmique et simple :

$$h - h' = \frac{h+h'}{2} \frac{Z}{7991\ (1 + a\, t_m)} - \frac{1}{5} \text{ millibar}$$

L'erreur sur la lecture du baromètre est de l'ordre du 1/10 de mb. D'autre part, la formule précédente nous permet de certifier que si l'erreur sur t_m (température au niveau de la mer) est de 1°, l'erreur sur h-h' est de l'ordre de 1/2 mb.

Pour établir t_m on ne connaît en principe que la température de la station où l'on veut réduire la pression : on peut en déduire la température au niveau de la mer si on connaît le gradient thermométrique moyen dans l'air libre (théorie de Vallot) ; or, ce gradient varie de 1° à 0°4 suivant que l'atmosphère est de l'air polaire neuf ou de l'air tropical saturé. Pour une dénivellation de 1020 m, si on adopte un gradient de température de 0°6 on commet sur la température moyenne une erreur de 2° en plus ou de

1° en moins et l'erreur sur *h-h'* peut être de ce fait de 1 mb en plus et 1/2 mb en moins.

En comparant les pressions réduites de Cilaos à celles enregistrées au bord de la mer, nous trouvons dans 113 expériences :

1. écarts extraordinaires : 1 de — 4 mb et 1 de + 3 mb ;
2. 95 % des écarts inférieurs à + ou — 1,5 mb ;
3. 50 % des écarts inférieurs à + ou — 1 mb.

La courbe des écarts présente une certaine continuité et une apparence de période analogue à celle de la pression qui est d'une dizaine de jours.

Cette continuité de la courbe des écarts semble indiquer une erreur systématique ; son allure semble indiquer une proportionnalité à l'écart de la pression par rapport à sa valeur normale déduite de la courbe des valeurs moyennes mensuelles.

Un long calcul nous a conduit à un coefficient de corrélation de $r = 0{,}7$ entre ces deux grandeurs.

L'influence de l'écart de la pression par rapport à la moyenne peut s'expliquer de la façon suivante : normalement le gradient horizontal de pression est dirigé dans le sens Cilaos Saint-Denis et sa valeur est comprise entre 1/3 et 2 mb en mer et peut être le double à terre ; or, nous avons toujours observé que le gradient croît en même temps que la pression. Une hausse de pression peut ainsi causer un écart de 1/2 mb entre la pression réduite de Cilaos et celle de Saint-Denis.

Il ne semble pas y avoir de corrélation entre l'erreur sur la réduction de la pression et les éléments suivants : température, vent en force et direction.

Nous constatons, d'autre part, que, sur les 113 expériences, les écarts se répartissent suivant la loi du hasard et la courbe est un « chapeau de gendarme » typique par sa symétrie et ses points d'inflexion.

De cette dernière considération nous déduisons que l'on peut affirmer que l'erreur possible sur la moyenne de 30 réductions est environ $\sqrt{30}$ fois plus petite que l'erreur sur chaque réduction : elle est donc inférieure pour la station de Cilaos inférieure à 1/3 mb.

L'erreur possible observée sur chaque réduction, 1,5 mb au plus peut être simplement répartie comme suit :

— l'erreur sur la température moyenne que nous avons dit être comprise entre 1 mb et — 0,5 mb.

— l'erreur due au gradient de pression : 1/2 mb.

— une erreur que l'on peut imputer à la déformation par le relief des surfaces isobares.

***

La conclusion de cette étude est la suivante :

1. Aux erreurs d'altitude près, on peut faire figurer sur les cartes synoptiques de la pression mensuelle moyenne les stations élevées en même temps que les stations basses : l'erreur sur la moyenne mensuelle est, avons-nous dit, égale à l'erreur quotidienne divisée par $\sqrt{30}$ et se trouve donc pour Cilaos être inférieure à 1/3 mb.

2. On peut faire figurer sur la carte synoptique quotidienne des pressions, établie à la cote 0, les pressions réduites des stations d'altitude, mais en se rappelant que l'erreur sur la réduction, irréductible comme nous l'avons expliqué, peut atteindre 1,5 mb et exceptionnellement 3 mb pour une dénivellation de 1200 m et qu'à cette erreur se superpose celle de 1 mb par 10 mètres d'erreur sur l'altitude.

3. Sur les cartes synoptiques, établies au niveau de la mer, de la variation en 24 heures de la pression, qui sont les cartes les plus utilisées en météorologie dynamique, l'erreur possible sur la pression réduite d'une station à 1200 m d'altitude se trouve être de la grandeur de la variation de la pression en 24 h et il serait donc illusoire de faire figurer sur ces cartes les stations d'altitude.

4. On s'explique le vœu émis au Congrès International de Météorologie de Lusaka en août 1936, d'établir deux cartes synoptiques de la variation de la pression en 24 h, l'une pour les stations comprises entre 0 et 250 m et une autre pour les stations comprises entre les altitudes 750 et 1250 m, car la réduction effectuée pour une différence d'altitude de 250 m introduit une erreur possible inférieure à 0,3 mmb, ce qui est acceptable ; l'erreur sur l'altitude est éliminée par différence et n'intervient pas sur la variation de la pression réduite.

5. La mesure d'une dénivelée de 1200 m environ par la méthode barométrique peut être effectuée avec une erreur inférieure à 15 m dans 95 % des cas. Mais si on effectue, comme c'est le cas en météorologie, plus de 100 mesures barométriques entre deux stations, la précision peut atteindre 1 m 50.

De Monts,
Ingénieur Météorologiste des Colonies.

Mesures, en avion, de l'humidité atmosphérique en altitude à Djibouti

L'utilisation de l'avion pour certaines observations météorologiques en altitude, présente, sur les autres modes d'observations, de très grands avantages. L'avion permet au passager de suivre l'évolution d'une masse nuageuse, de l'embrasser toute entière, de mesurer sa hauteur, etc... Il permet également, et ce n'est pas là le moindre avantage, particulièrement pour les mesures comparatives de la radiation solaire au sol et en altitude, l'observation au-dessus d'un point terrestre où se trouvent d'autres instruments d'observation. Il devient indispensable dans les régions désertiques où le ballon libre ne peut être utilisé en raison des pertes quasi certaines des appareils, et où la radiosonde est d'un emploi trop onéreux et le ballon captif, d'un usage beaucoup trop délicat dans la majorité des cas.

Parmi les nombreuses mesures faites en l'avion, celle de l'humidité des masses d'air atmosphérique n'est pas celle qui offre le moins d'intérêt. Par elle, il est en effet possible d'identifier les courants aériens et, jusqu'à un certain point, de prévoir l'évolution des éléments atmosphériques.

Dans un article remarquablement documenté (1), M. Henry Hubert, Inspecteur général du Service Météorologique des Colonies, a montré l'interdépendance de l'humitidé spécifique et de la direction moyenne des masses d'air et en a conclu que la seule connaissance de l'humidité d'un courant permettait généralement l'identification de ce courant (2).

A Djibouti, la connaissance de l'humidité d'un courant aérien est non seulement utile, mais indispensable à l'identification de ce courant car des masses d'air de même direction présentent des différences considérables d'humidité dues à leurs origines très variées.

Les appareils de la formation aérienne de Djibouti (Potez 25 TOE) atteignent facilement 5.000 mètres, altitude largement suffisante pour nos essais. Il est évident que des mesures à une altitude supérieure présenteraient encore plus d'intérêt, mais elles nécessiteraient des dispositifs spéciaux difficilement utilisables à l'heure actuelle sous les tropiques.

Sans insister davantage sur les avantages de la méthode que nous exposons, il convient cependant de remarquer que l'avion permet d'éviter le passage à travers les masses nuageuses qui fausseraient les mesures.

Dispositif

L'appareil employé est un baro-thermographe de Richard, type n° 10.827 du catalogue. Les styles ont une course uniforme de 60 mm. pour chacun des trois enregistrements : *a*) pression (altitude : 5.000 mètres) ; *b*) température de 0 à 60° ; *c*) humidité de 0 à 100 %. Pour la commodité des mesures et afin d'éviter le chevauchement des graphiques, l'aiguille de l'hygromètre a été déplacée de — 15 % et celle du thermomètre de — 15° (chiffres vérifiés avant et après chaque sondage). Le mouvement d'horlogerie imprime au cylindre enregistreur un déplacement d'environ 7 mm. pour 15 minutes. L'appareil est placé dans une petite caisse à parois minces percées de nombreux trous est fixée sur la paroi droite de la carlingue, à portée de la main du passager. La partie sensible du thermomètre est parfaitement abritée du rayonnement solaire direct, le faisceau de cheveux est également soustrait à l'action du vent qui, par pression, pourrait modifier considérablement les résultats. L'inertie de l'appareil est très faible et permet tant à la montée qu'à la descente l'équilibre des récepteurs et des masses atmosphériques traversées.

Le dispositif, ci-dessus décrit, permet à l'observateur de placer l'appareil dans son logement, après le décollage de l'avion afin d'éviter les secousses du départ, qui risqueraient de dérégler les enregistreurs. Généralement l'instrument est mis en place dès que l'avion a atteint une altitude de 100 mètres ; à ce moment le pilote réduit le régime du moteur et il est très facile d'insérer le barothermohydrographe dans sa boîte. Pour la même raison, l'opération inverse est

(1) *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-mer*, avril 1938, pages 33 et suivantes.

(2) Pour nos calculs de l'humidité spécifique nous avons utilisé la formule simplifiée $Hs = \frac{0{,}623\,f}{P}$ dans laquelle f désigne la tension de la vapeur d'eau et P la pression atmosphérique. Nous avons cru devoir négliger — 0,377 f au dénominateur, ce produit étant généralement très petit. Les valeurs trouvées pour Hs étant toujours très faibles, nous les avons multipliées par 100. Les limites de précision des expériences actuelles nous ont conduit à ne pas conserver les dixièmes des résultats obtenus, ainsi 0,81 = 0,8 et 0,87 = 0,9.

pratiquée avant l'atterrissage. Les récepteurs sont comparés avant et après l'expérience avec un thermomètre et un hygromètre étalonnés ; cette vérification ne nous a jamais conduit à corriger les résultats.

L'avion décrivant, au-dessus de la station météorologique, une hélice dont le diamètre ne dépasse pas 5 kilomètres, on peut admettre que les observations sont faites à la verticale.

Résultats

Depuis le début de mai 1938, chaque semaine et autant que possible par temps clair, un sondage a été effectué. Nous avons ainsi obtenu une trentaine de graphiques ; nous nous contenterons de donner les schémas typiques (voir p. 85-86) et un tableau en condensant les résultats. La période de mai à septembre offre un intérêt météorologique particulier. C'est l'époque où l'on note fréqnemment soit au sol soit en altitude deux courants aériens de direction sensiblement Ouest ; l'un, le khamsin est un vent sec et chaud ; l'autre, la mousson du SW déviée à l'Ouest par le courant NE qui traverse la Mer Rouge, est un peu moins chaud et beaucoup plus humide. Si la différenciation de ces deux courants est assez facile au sol, elle devient à peu près impossible en altitude par les moyens habituels ; seule la connaissance de l'humidité des deux courants permet de leur attribuer une origine certaine. Nous disons qu'au sol la différenciation est relativement facile, encore faut-il tenir compte de l'influence de la mer qui se fait sentir quelquefois au delà de 1.500 mètres. C'est ainsi que le graphique du 2 juin 1938 montre qu'au sol l'humidité spécifique du khamsin atteint 1,6, alors qu'à 2.000 mètres elle n'est plus que de 0,2 et qu'elle se stabilise à cette valeur jusqu'à 4.000 mètres, limite supérieure de ce courant dans le sondage considéré.

Afin d'éliminer l'influence de la mer, nous examinerons seulement les résultats obtenus au-dessus de 1.500 mètres.

Nous n'avons pas cru devoir examiner les variations de température, élément inconstant de la différenciation des masses d'air (H. Hubert, *loc. cit.*) ; nous avons remarqué, d'ailleurs, que même les changements brusques dans la direction des courants aériens ne paraissaient pas influencer sensiblement la régularité de la courbe de la température. Cependant, le 9 novembre 1938, à 10 heures locales (7 heures TMG), nous avons constaté que la température s'abaissait de 34° à 26° en passant de 0 à 2.000 mètres, que le vent, pour cette épaisseur d'air, soufflait du SSE et qu'à 2.000 mètres il passait à l'Est et s'y maintenait jusqu'à 2.800 mètres ; pour cet intervalle, la température se relevait de 26° à 30° ; au-dessus de 2.800 mètres, le vent tournait au Nord et le gradient de température redevenait normal : — 1° par 100 mètres.

Voici quelques résultats caractéristiques :

Graphique n° 1. — Sondage du 17 mai 1938.

L'influence de la mer se fait sentir jusqu'à 1.200 mètres environ ; de 1.500 à 3.000 mètres, on note un vent de NNW, d'humidité spécifique constante (0,45) ; au delà de 3.000 mètres, le vent tourne au NNE et l'humidité spécifique passe à 0,40.

Graphique n° 2 (*khamsin*). — Sondage du 2 juin 1938.

L'influence de la mer est sensible jusqu'à 2.000 mètres ; de 2.000 à 4.000 mètres, l'humidité spécifique se stabilise vers 0,2 (khamsin soufflant de l'Ouest) ; au delà de 4.000 mètres, le vent tend à tourner au NW et l'humidité spécifique augmente légèrement.

Graphique n° 3 (*khamsin*). — Sondage du 14 juin 1938.

Ce graphique est analogue au précédent ; toutefois, l'influence de l'humidité de la mer ne dépasse pas 1.500 mètres.

Graphique n° 4. — Sondage du 26 juin 1938.

L'action due à l'humidité de la mer est sensible jusqu'à 1.500 mètres. On remarque qu'à un vent de direction déterminée correspond une humidité spécifique à peu près constante : pour un vent de NW elle est de 0,4 ; elle s'abaisse quand le vent passe au NE comme dans le sondage du 17 mai 1938.

Graphique n° 5. — Sondage du 16 juillet 1938.

L'influence de la mer est un peu moins marquée que pour les graphiques précédents ; elle s'exerce cependant jusqu'à près de 2.000 mètres ; au delà pour un courant de direction sensiblement Nord, l'humidité spécifique varie de 0,7 à 0,8.

Le tableau ci-contre résume les valeurs de l'humidité spécifique pour quelques courants :

Conclusions

Les quelques résultats que nous venons d'exposer tendent à montrer que l'humidité spécifique d'un courant aérien, de direction et d'origine déterminées, est sensiblement constante et constitue bien une de ses caractéristiques essentielles. Ainsi la mousson et le khamsin ont la même direction (secteur Ouest) ; leur vitesses peuvent varier dans les mêmes limites

ALTITUDES	DIRECTIONS								
	N	NE	E	SE	S	SW	W		NW
							Mousson	Khamsin	
2.000 mètres	0,8	0,4				0,15	1,1	0,2	
2.500 mètres	0,8	0,4	0,6			0,15	1,1	0,2	
3.000 mètres	0,7	0,4	0,5				1,0	0,2	
3.500 mètres	0,7	0,4	0,5				1,0	0,2	
4.000 mètres	0,7	0,4					0,9	0,2	
4.500 mètres							0,9	0,2	
5.000 mètres								0,2	

(6 à 100 kilomètres à l'heure) ; seules leurs humidités spécifiques respectives les différencient en altitude : celle du khamsin est nettement égale à 0,2, celle de la mousson varie très peu autour de 0,9-0,10.

***

Il serait relativement facile de poursuivre ces recherches sur une échelle beaucoup plus grande ; l'appareil utilisé est léger et peu encombrant, il peut être placé sur la plupart des avions militaires et sur de nombreux avions des lignes commerciales.

L'extension de ces recherches permettrait de connaître d'une manière plus approfondie les courants aériens, connaissance indispensable à l'étude de la météorologie dynamique.

Djibouti, mai-novembre 1938.

Capitaine Bilbault. Louis Lapayre,

Chef du Service Météorologique de la Côte Française des Somalis.

Les sources secondaires de l'humidité du sol en Guinée française

Il semble que la question n'est à considérer qu'en saison sèche, soit *grosso-modo* de décembre à mars. En effet, en saison des pluies, où les brouillards sont fréquents en montagne et persistent parfois des journées entières ; la quantité d'eau qu'ils peuvent apporter est bien minime en comparaison de l'intensité des précipitations et d'ailleurs lors des mois les plus pluvieux (juillet-août-septembre) les quantités d'eau pluviale reçues par le sol sont tellement abondantes qu'elles sont plutôt un obstacle à la bonne végétation des plantes.

En saison sèche les rosées sont extrêmement fréquentes : dès la tombée du jour la rosée se condense partout (sol, plantes, toitures) et il est fort possible que ce phénomène apporte plusieurs millimètres d'eau par an. De toutes façons ces apports sont inférieurs au chiffre des précipitations qui se produisent presque toutes les années en saison sèche et qui peuvent atteindre parfois plusieurs dizaines de millimètres d'eau.

Quant aux brouillards ils sont également fréquents et particulièrement denses, aux pieds des hauteurs, au fond des vallées profondes : ils se forment le soir et sont dispersés au lever du soleil. La quantité d'eau qu'ils apportent ne saurait être que faible.

Il ne semble pas que la brume (particules de poussière ou fines molécules de vapeur d'eau en suspension dans l'air) qui persiste toute la saison sèche apporte la moindre quantité d'eau au sol.

Aucun essai n'a été fait au sujet de l'absorption. Cependant je tiens à signaler que :

1° La plus grande partie de la Guinée française

(sauf la côte sur 50 à 100 km. de long où soufflent les brises de terre et de mer) est balayée pendant toute la saison sèche par un vent du secteur Est dénommé harmattan, extrêmement sec. Ce vent réduit considérablement la teneur en vapeur d'eau de l'air : celle-ci, qui en saison des pluies est de l'ordre de 16 à 20 mm., tombe alors entre 8 et 10 mm.

2° En cette saison le sol est désséché, recouvert d'une croûte dure : la circulation en profondeur est donc des plus faibles et cela ne facilite guère l'absorption.

On n'a pas affaire à un vignoble de France soigneusement biné et sarclé, mais (sauf pour certaines cultures arbustives, bananes par exemple où la terre est généralement couverte d'un paillage pour éviter l'évaporation) à sol rocailleux, couvert d'arbustes, de feuilles et d'herbes sèches. Les terrains de culture eux-mêmes sont plus ou moins rocheux et tapissé d'herbes ou de chaumes desséchés.

Si toutefois il y a absorption, c'est certainement sur la côte qu'elle est la plus importante. En cette saison, en effet, la tension de la vapeur d'eau y est notablement plus élevée que dans l'intérieur.

HOBENICHE,

Ingénieur Météorologiste des Colonies
Conakry (Guinée Française).

NOTES ET INFORMATIONS

Un **examen professionnel** pour les Assistants-Météorologistes principaux des Colonies et pour les Météorologistes principaux du cadre local désirant obtenir le grade d'Ingénieur météorologiste adjoint des Colonies, commencera le *11 décembre 1939*, dans les conditions fixées par l'arrêté du 8 mai 1939. Cet examen comportera trois épreuves écrites de 3 heures chacune sur des questions du programme fixé par l'article 5 de cet arrêté. Les dossiers des candidats devront être déposés *avant le 28 août 1939*.

Les **dépressions des îles australes** : Saint-Paul, Amsterdam, Crozet, Kerguelen ont été étudiées par M. Thomas, Chef du Service Météorologique de Madagascar, au cours du récent voyage qu'il vient d'accomplir à bord de l'aviso *Bougainville*. Ces météores, très profonds et très violents, se succèdent avec une grande rapidité. Leur structure paraît très classique.

Le **volcan de la montagne Pelée**, à la Martinique, a donné, en mars dernier, des signes d'activité notables, accompagnés de manifestations séismiques. Les principaux phénomènes observés sont les suivants : 15 mars, baisse de la température des fumerolles ; — 16 mars, assez forte secousse séismique et élévation de la température des fumerolles ; — 19 mars, recrudescence de l'activité fumerolienne ; — 21 mars, agitation anormale de la mer précédent une nouvelle secousse ; augmentation du débit des sources thermales ; — 28 mars, effondrement du dôme volcanique de l'éruption de 1929.

Par **arrêtés des 15 et 20 mai 1939**, ont été nommés Assistants météorologistes en A. E. F, MM. Weiler (Albert René) et David (Georges).

La **prochaine réunion de la Commission régionale I** (Afrique) de l'O. M. I. aura lieu en 1940, non à Madagascar, comme on l'avait annoncé, mais à Prétoria ou Johannesburg, car d'autres Congrès scientifiques s'y tiendront, à l'occasion d'une éclipse totale de soleil.

Un **cadre spécial de commis météorologistes indigènes**, à la création duquel le Ministre a donné son approbation, vient d'être créé à Madagascar.

La **Météorologie Coloniale participe à l'Exposition de l'Eau**, à Liège, avec deux panneaux de 6×2 mètres donnant des graphiques et des cartes sur les pluies, l'humidité, l'évaporation dans les Colonies françaises, des trajectoires de cyclones et de typhons et des photographies montrant les effets des hydrométéores tropicaux (destructions, inondations, etc...).

Le bureau du **Comité impérial de l'Eau** s'est réuni pour la première fois le 9 mars 1939 au laboratoire de Géographie physique de la Sorbonne. Des dispositions ont été prises pour présenter à bref délai la documentation concernant les régions de sédentaires souffrant de disettes d'eau dans l'Afrique du Nord.

La 1re section (Géographie, Physique du Globe,

protection des sites) du **Comité de la France d'Outre-Mer** auprès du Conseil supérieur de la recherche scientifique s'est réuni les 10 et 16 mai 1939, au Service de la Recherche Scientifique, sous la présidence de M. le Général Perrier, Membre de l'Institut. Elle a examiné un certain nombre de subventions concernant l'Afrique du Nord et les Colonies françaises.

BIBLIOGRAPHIE

ROUX (Georges). — **Troisième mémoire consacré à la physique du globe et la météorologie au Maroc.** *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc.* 1937, N° XLIV, p. 1.

Série de six mémoires dus à la plume de MM. Debrach, Ferraton, Roux et Schindler, et consacrés aux sujets suivants :

L'opération mondiale des longitudes en 1933 à l'observatoire Averroes ; transparence atmosphérique ; étude du climat ; marées de tempête ; la station de montagne du Maroc ; influence de la nature des terres sur les rapports du temps avec les récoltes.

***

VILLARET (Bernard). — **Climatologie médicale des Etablissements français d'Océanie.** Un vol. 15×24 cm. de 48 p. Paris, 1938.

Après un ensemble de renseignements climatologiques puisés aux bonnes sources, l'auteur aborde un chapitre très instructif concernant l'influence du climat sur la démographie, l'hygiène et les conditions de vie dans les Etablissements français de l'Océanie. L'action de l'humidité de l'air et du sol, de la pluviosité, de la température, etc... sur la propagation de certaines affections, notamment sur l'éléphantiasis et la lèpre, présente un intérêt de premier ordre. L'influence du climat sur les organismes européens termine le volume.

***

LEGRAND (J.). — **Oscillations périodiques du niveau moyen annuel (N. M. A.). Leurs rapports avec le climat.** *Bull. Géodésique*, 1937, N° 56, p. 247, 10 graphiques sur dépliants.

La variation annuelle du niveau marin est loin d'être uniforme ou régulière dans toutes les stations où des observations sont faites. Après avoir examiné l'influence possible de la pression, de la température, de la salinité, l'auteur indique que les variations étudiées révèlent : 1° la multiplicité des ondes de même période amenant les maxima où les minima du N. M. A. ; 2° la spécialisation de certains rythmes ; 3° l'inexistence de longues périodes généralisées.

***

CHÂTEL (G.). — **Mission hydrographique de l'Indochine (août 1935-juillet 1936).** *Ann. Hydr.* 1938, 3e série, t. 15, p. 97.

Ensemble de travaux effectués en Annam (îles Coni au cap Sa-Haï), dans le golfe du Tonkin (Haïphong à Haïnan), en Cochinchine (S.E. du Cap Saint-Jacques, rivière de Saïgon), au Cambodge (île Koh Kong à pointe Samit).

***

AUBERT DE LA RÜE (E.). — **Le volcanisme aux Nouvelles-Hébrides (Mélanésie).** — *Bulletin volcanologique*, 1937, série II, t. II, p. 79, avec 18 planches photographiques et une carte. R. stabilimento tipografico Francesco Giannini et Figli, Napoli.

La superficie totale des Nouvelles-Hébrides, avec le groupe des Banks et des Torres, est d'environ 15.000 kilomètres carrés. Elles se répartissent le long d'un arc volcanique qui se développe entre les 13 et 21e parallèles Sud. L'ensemble comprend 12 îles principales. Le point culminant atteint près de 2.000 mètres.

Sur un substratum cristallin ancien on peut reconnaître des terrains sédimentaires, tertiaires et quaternaires, mais les formations volcaniques sont surtout largement développées.

Celles-ci sont étudiées avec beaucoup de détails par l'auteur, ainsi que les appareils éruptifs récents ou actifs (ces derniers à Ambryn, Tanna et Leperi).

Ce mémoire est accompagné de nombreuses photographies (cratères, fumerolles, solfatares, laves, explosions, etc.), d'un grand intérêt.

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.

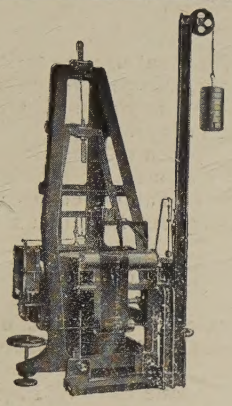
Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre-Loti. — 1939

SOCIÉTÉ D'OPTIQUE
et de MECANIQUE de HAUTE PRÉCISION

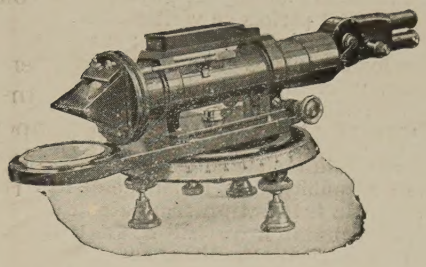
(Anciens Établissements LACOUR-BERTHIOT)

125 à 135, Boulevard Davout — PARIS (20e)

Fournisseur des Ministères français et de nombreux Gouvernements étrangers



SISMOGRAPHE MAINKA
Plus de 20 Stations en service



ASTROLABE à prisme Claude-Driencourt
Plus de 50 Instruments en service

NOTICES ENVOYÉES FRANCO SUR DEMANDE

J. TONNELOT

I. P., A

Maison fondée en 1830

25, Rue du Sommerard. — PARIS

Fournisseur des Ministères. Observatoires français et étrangers

INSTRUMENTS DE PRÉCISION
- POUR LA MÉTÉOROLOGIE -

BAROMÈTRE TONNELOT MODÈLE A LARGE CUVETTE ET ÉCHELLE COMPENSÉE

BAROMÈTRES FORTIN TOUS MODÈLES
-: PLUVIOMÈTRES — ÉPROUVETTES -:
THERMOMÈTRES A MAXIMA, A MINIMA
FRONDE
PSYCHROMÈTRES — ÉVAPOROMÈTRES

Éditeurs : FELIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologna
AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT m. b. H., Leipzig - DAVID NUTT, London
G. E. STECHERT & Co., New York - F. KILIAN'S NACHFOLGER, Budapest - F. ROUGE & Cie, Lausanne
THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

1939 — 33ème Année

REVUE INTERNATIONALE DE SYNTHESE SCIENTIFIQUE
Paraissant mensuellement (en fascicules de 100 à 120 pages chacun)

" SCIENTIA ,,

Directeurs : **G. B. BONINO - F. BOTTAZZI - G. BRUNI**
A. PALATINI - G. SCORZA
Secrétaire Général : **Paolo Bonetti**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion vraiment mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthèse et d'unification du savoir, traitant par ses articles les problèmes les plus nouveaux et les plus fondamentaux de toutes les branches de la science : philosophie scientifique, histoire des sciences, enseignement et progrès scientifique, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, sciences biologiques, physiologie, psychologie, histoire des religions, anthropologie, linguistique ; articles constituant parfois de véritables enquêtes, comme celles sur la contribution que les différents peuples ont apportée au progrès des sciences ; sur la question du déterminisme ; sur les questions physiques et chimiques les plus fondamentales et en particulier sur la relativité, sur la physique de l'atome et des radiations ; sur le vitalisme. " Scientia ,, étudie ainsi tous les plus grands problèmes qui agitent les milieux studieux et intellectuels du monde entier.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter de compter parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs, **et à chaque fascicule est joint un Supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. La Revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne connaît que le français.** (*Demandez un fascicule d'essai gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, *en envoyant trois francs en un seul timbre-poste de votre Pays, - à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi*).

ABONNEMENT : Fr. **400**

Adresser les demandes d'abonnement pour la France et ses Colonies à la Librairie Félix Alcan, 108, Boulevard Saint Germain. Paris VI^e^

CHASSELON

5, rue Amédée Picard, Cachan (Seine)
Tél. Alésia 15-10

-: Fournisseur des Services Publics — Colonies — Marine :-
Service Géographique de l'Armée — Institut de Physique du Globe

Instruments de Précision pour la Géodésie, la Topographie

APPAREILS MAGNÉTIQUES POUR LA MESURE DU CHAMP TERRESTRE
CERCLES D'ALIGNEMENT — TACHÉOMÈTRES

THÉODOLITES DE DÉCLINAISON AVEC SUPPORTS POUR LA COMPOSANTE HORIZONTALE
BOUSSOLES D'INCLINAISON — THÉODOLITES

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

REVUE SCIENTIFIQUE
ILLUSTRÉE

(REVUE ROSE)
-: fondée en 1863 :-
Directeur : PAUL GAULTIER, membre de l'Institut

La **Revue Scientifique** est le seul périodique de langue française qui tienne ses lecteurs au courant, à la fois des plus hautes spéculations de la Science et des progrès incessants de l'Industrie.

Chacun de ses numéros contient :

des ARTICLES sur des questions générales, signés des savants les plus réputés ;
des NOTES et ACTUALITÉS, mine de renseignements classés méthodiquement ;
des NOUVELLES sur les Académies, Universités, etc. ;
les COMPTES RENDUS détaillés des séances de l'Académie de Sciences de Paris ;
une CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE.

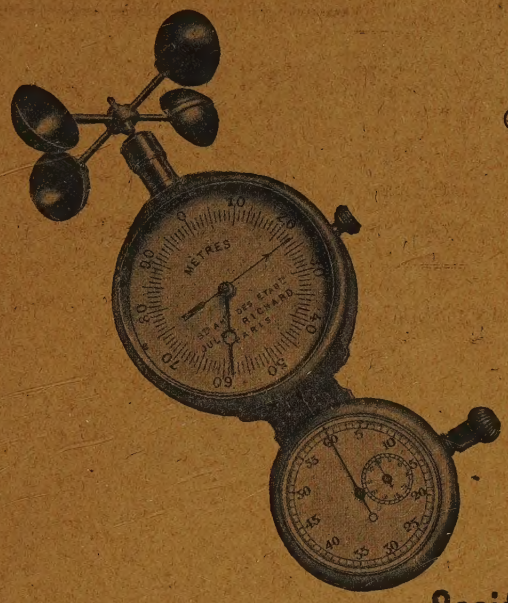
La REVUE SCIENTIFIQUE paraît le 2e et le 4e samedi de chaque mois

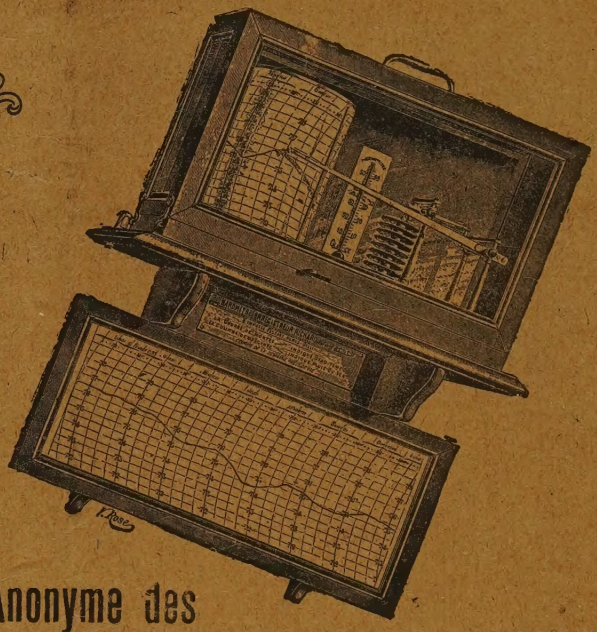
PRIX DES ABONNEMENTS :

	FRANCE	ÉTRANGER
Un an :	90 fr.	110 fr.
Six mois :	55 fr.	66 fr.

PRIX DU NUMÉRO :
FRANCE, 5 fr. ÉTRANGER, 6 fr.

PARIS, 3, rue Clément-Marot (8e)





Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

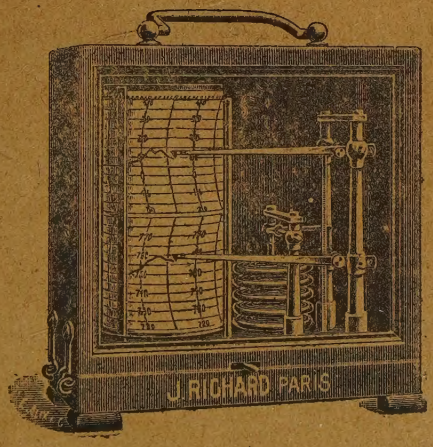
25, Rue Mélingue, PARIS (20e)

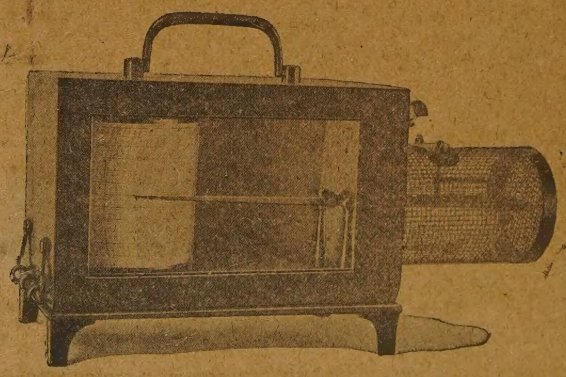
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

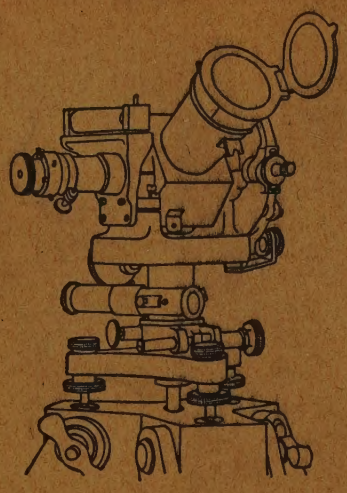
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie







A. BERTHELEMY - LORIEUX - PONTHUS et THERRODE

Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

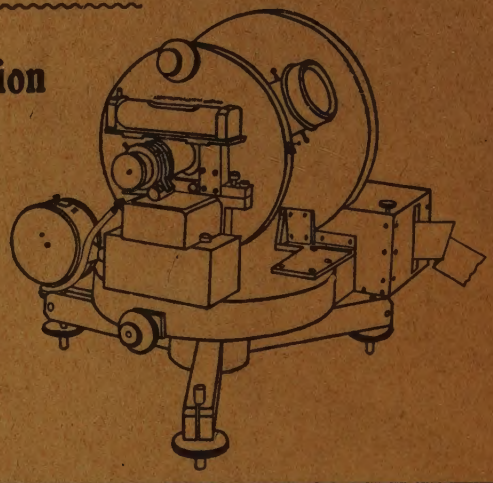
Tél. Alésia 26-37 et 26-38 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...



THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

—

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

—

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1938.